



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**



Trabajo de Tesis realizado como requisito para optar al título de
DOCTOR EN CIENCIAS VETERINARIAS

**CARACTERIZACIÓN ZOOMÉTRICA Y EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE
GALLINAS DEL CRUZAMIENTO EXPERIMENTAL DE TRES VÍAS CAMPERO
CASILDA EN SU PRIMER CICLO DE POSTURA, EN EL MARCO DE UNA
AVICULTURA NO CONVENCIONAL Y DOBLE PROPÓSITO**

Esp. Méd. Vet. Bernardo Martín Romera

Director: Prof. Dr. Ing. Agr. Ricardo José Di Masso

AÑO 2023

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Veterinarias
Carrera de Doctorado en Ciencias Veterinarias

Título de la Tesis: Caracterización zoométrica y evaluación productiva de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda en su primer ciclo de postura, en el marco de una avicultura no convencional y doble propósito

Autor: Esp. Méd. Vet. Bernardo Martín Romera

Lugar de trabajo: Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario.

Director: Prof. Dr. Ing. Agr. Ricardo José Di Masso

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dra. Méd. Vet. Silvia Marina Ardoino
Universidad Nacional de La Pampa

Dr. Méd. Vet. Ricardo Juan Fernández
Universidad Nacional del Nordeste

Dr. Méd. Vet. Pablo Roberto Marini
Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario

Fecha de la defensa: 14 de diciembre de 2023

Dedicatoria

Por orden de aparición en mi vida, a mi Madre, a mis Tíos, a Victoria, Joaquín, Atilio y Paula.

Agradecimientos

A quien me mantuvo en carrera y a quienes fueron mis compañeras/os con quienes nos enriquecimos mutuamente durante el desarrollo de este trabajo de Tesis y permitieron su concreción.

A la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, en particular a la Cátedra de Genética y a la de Producción de Aves y Pilíferos y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Experimental Pergamino, dos Instituciones públicas que me formaron y lo siguen haciendo.

Al Consejo Interuniversitario Nacional que, mediante el otorgamiento de una Beca en el marco del Programa Estratégico de Formación de Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo (PERHID), contribuyó a la concreción de este trabajo de tesis.

Citas bibliográficas correspondientes a las publicaciones parciales del trabajo de Tesis y a la difusión realizada en el marco de reuniones científicas

Publicaciones (en orden cronológico)

- Romera, B. M.**, Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M. y Di Masso, R. J. (2018). Crecimiento dimensional prepostura de gallinas camperas con asignación inicial de nutrientes a discreción y posterior restricción alimenticia. *Ab Intus*, 1(2), 56-63. http://200.7.128.3/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/30
- Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Ledesma, M. E., Librera, J. E., Advínculo, S. A., Martines, A., Dottavio, A. M. y Di Masso, R. J. (2019). Variancia intrapoblacional para caracteres a la madurez sexual en gallinas del cruzamiento Campero Casilda. *FAVE – Sección Ciencias Veterinarias* 18(1), 30-35. <https://doi.org/10.14409/favecv.v18i1.8353>. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/FAVEveterinaria/article/view/8353>
- Romera, B. M.**, Martines, A.; Canet, Z. E., Dottavio, A. M. y Di Masso, R. J. (2020). Comportamiento dinámico del peso del huevo en gallinas camperas discriminadas por indicadores productivos a la madurez sexual. *Ciencia Veterinaria*, 22(2), 71-96. <https://doi.org/10.19137/cienvet202022201>. <https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/veterinaria/article/view/5416/5703>
- Romera, B. M.**, Martines, A., Advínculo, S. A., Fernández, R., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M. y Di Masso, R. J. (2020). Curva de postura de gallinas Campero Casilda de primer ciclo. *Ab Intus*, 6(3), 36-46. http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/144
- Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Fernández, R., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2022). Peso corporal y peso del huevo de Campero Casilda como ave doble propósito. *Revista de Producción Animal*, 34(1), e4132 <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4132/3708>
- Romera, B. M.**, Savoy, J. P., Perrotta, C. H., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2022). Estudio comparativo de la calidad interna del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. *Compendio en Ciencias Veterinarias*, 11(02), 24-33. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2021.11.02.24> <http://scielo.iics.una.py/pdf/ccv/v11n2/2226-1761-ccv-11-02-00024.pdf>
- Romera, B. M.**, Perrotta, C. H., Antruejo, A. E., Savoy, J. P., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2022). Relación yema-albúmen en huevos de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos. *Analecta Veterinaria* 42, e064 <https://doi.org/10.24215/15142590e064> <https://revistas.unlp.edu.ar/analecta/article/view/13362/12991>

- Romera, B. M.,** Fernández, R., Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Di Masso, R. J. (2022). Ornamentos sexuales y caracteres productivos en gallinas Campero Casilda. *Revista Veterinaria*, 33(2), 168-174. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.3326180>
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/6180>
- Romera, B. M.,** Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2022). Dinámica del largo, el ancho y la forma del huevo en tres poblaciones de gallinas camperas. *InVet* 24(2), 1-9.
[http://www.fvet.uba.ar/archivos/publicaciones/invet/vol24-2-2022/T01-24\(2\)2022.pdf](http://www.fvet.uba.ar/archivos/publicaciones/invet/vol24-2-2022/T01-24(2)2022.pdf)
- Romera, B. M.,** Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Fernández, R., Librera, J. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2022). Asociación de patrones dinámicos de peso corporal y peso del huevo en gallinas Campero Casilda. *RAPA Revista Argentina de Producción Animal* 42(1), 16-21. <http://www.aapa.org.ar/rapa/42/1/02-Romera%202%20agosto.pdf>
- Romera, B. M.,** Canet, Z. E., Di Masso, R. J. (2023). Morfometría y conformación corporal de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda. *AICA. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 18, 36-39.
<https://www.aicarevista.com/n%C3%BAmoros/vol%C3%BAmo-18-2023/>

Presentaciones en Reuniones científicas (en orden cronológico)

Advínculo, S. A., Luciano, J., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Junio 28-29). Forma del huevo en tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura, al inicio del primer ciclo. [Presentación en póster]. III Jornadas Regionales de Genética del Litoral.

https://sag.org.ar/jbag/wp-content/uploads/2020/01/V.XXIX_Suppl_2_2018.pdf

Martines, A., Staiolo, M. C., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Junio 28-29). Clasificación comercial del huevo, según dos criterios, en tres genotipos de gallinas camperas al inicio del primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. III Jornadas Regionales de Genética del Litoral.

https://sag.org.ar/jbag/wp-content/uploads/2020/01/V.XXIX_Suppl_2_2018.pdf

Advínculo, S. A., Luciano, J., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. Evaluación temprana. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Diez, M. A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Uniformidad del peso del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos durante la fase inicial de postura. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Costantini, B. N., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Caracterización zoométrica temprana de gallinas del cruzamiento experimental Campero Casilda. Estudio descriptivo. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Fernández, R., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Peso corporal y relación de conversión en huevos de gallinas Campero Casilda en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Caracteres productivos a la madurez sexual en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. Análisis univariado. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Condición corporal de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos evaluadas previo al inicio de la postura. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Martines, A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Fase inicial de la curva de postura en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Perrotta, C. H., Savoy, J. P., Álvarez, C. H., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & y Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.

<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Romera, B. M., Martines, A., Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Peso del huevo en la fase ascendente de la curva de postura en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Romera, B. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Caracterización zoométrica y evaluación productiva de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda en su primer ciclo de postura, en el marco de una avicultura no convencional y doble propósito. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Savoy, J. P., Perrotta, C. H., Savoy, J. C., **Romera, B. M.,** Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Componentes mayores del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>

Ledesma, M. E., Canet, Z. E., Librera, J. E., **Romera, B. M.,** Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Condición corporal temprana y caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.

Advínculo, S. A., Luciano, J., **Romera, B. M.,** Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el segundo tercio de su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.

Martines, A., **Romera, B. M.,** Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Peso del huevo en el inicio de la etapa de persistencia de la curva de postura en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.

- Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Condición corporal de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos evaluadas a las 30 semanas de edad. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Costantini, B. N., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Ornamentos sexuales y edad a la madurez sexual en gallinas camperas. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Fernández, R., **Romera, B. M.**, Lagostena, G., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Peso corporal y relación de conversión en huevos, de gallinas Campero Casilda en el segundo tercio del primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Perrotta, C. H., Savoy, J. P., Álvarez, C. H., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el segundo tercio del primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Savoy, J. P., Perrotta, C. H., Savoy, J. C., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 17-18). Componentes mayores del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el segundo tercio del primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Romera, B. M.**, Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 16-19). Crecimiento dimensional prepostura de gallinas camperas con asignación de nutrientes a discreción y restringida. [Presentación en póster]. 41° Congreso Argentino de Producción Animal.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/38/supl2018completo.pdf>
- Canet, Z. E., Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Librera, J. E., Advínculo, S. A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Octubre 16-19). Variancia intrapoblacional y caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda. [Presentación en póster]. 41° Congreso Argentino de Producción Animal.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/38/supl2018completo.pdf>
- Advínculo, S. A., Luciano, J., Diez, M. A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 6). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas camperas comparadas en tres edades de postura. [Presentación en póster]. VI Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.
https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_ADVINCULO_FORMA.pdf

Canet, Z. E., Ledesma, M. E., Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 6). Uniformidad en peso corporal a las 22 semanas de edad y caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas Campero Casilda. [Presentación en póster]. VI Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_CANET_UNIFORMIDAD.pdf

Martines, A., **Romera, B. M.**, Lagostena, M. G., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 6). Curvas de postura de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en la fase de persistencia. [Presentación en póster]. VI Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_MARTINEZ_CURVAS.pdf

Romera, B. M., Martines, A., Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 6). Evolución de la clasificación comercial de los huevos de gallinas Campero Casilda en la primera mitad del ciclo de postura. [Presentación en póster]. VI Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_ROMERA_EVOLUCION.pdf

Advínculo, S. A., Luciano, J., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos al finalizar un primer ciclo de postura corto. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>

Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Peso y edad a la madurez sexual y regularidad en el inicio de la postura en gallinas Campero Casilda. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>

Martines, A., Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Patrón dinámico del peso corporal durante la fase de postura de tres genotipos de gallinas camperas con asignación de nutrientes a discreción y restringida. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>

- Romera, B. M.**, Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Condición corporal de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos evaluadas a las 58 semanas de edad. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Perrotta, C. H., Antruejo, A. E., Savoy, J. P., Álvarez, C. H., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas camperas en el tercer tercio del primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Savoy, J. P., Antruejo, A. E., Perrotta, C. H., Savoy, J. C., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M. & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Componentes mayores del huevo en tres genotipos de gallinas camperas en el tercio final de un primer ciclo de postura corto. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Canet, Z. E., Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Patrón de aumento de peso en cría y recría y caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas Campero Casilda de primer ciclo. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Romera, B. M.**, Fernández, R., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Peso corporal inicial y relación de conversión en huevos de gallinas Campero Casilda al finalizar un primer ciclo de postura corto. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Costantini, B. N., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Noviembre 27-28). Peso corporal e índices zoométricos en gallinas del cruzamiento experimental Campero Casilda evaluadas a las 30 semanas de edad. [Presentación en póster]. XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
<https://www.sbr.org.ar/Site/index.php/congreso/libros-de-resumenes>
- Advínculo, S. A., Luciano, J., Diez, M. A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas camperas comparadas a la misma edad de postura, al finalizar su primer ciclo de producción. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.

- Fernández, R., **Romera, B. M.**, Librera, J. E., Ledesma, M. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Patrón dinámico del peso corporal de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura discriminadas por su edad a la madurez sexual. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M.; & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Peso corporal a la madurez sexual, masa total de huevos y días efectivos de postura en un cruzamiento experimental de gallinas camperas evaluadas en un primer ciclo productivo de 60 semanas. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Fenotipo ponedora-no ponedora y caracteres productivos en un cruzamiento experimental de gallinas camperas. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Luciano, J., **Romera, B. M.**, Advínculo, S. A., Martines, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Clasificación comercial de los huevos de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos en la segunda mitad del ciclo de postura. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Martines, A., **Romera, B. M.**, Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Patrón dinámico del peso del huevo de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura discriminadas por el peso promedio de sus 10 primeros huevos. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Perrotta, C. H., Antruejo, A. E., Savoy, J. P., **Romera, B. M.**, Álvarez, C. H., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Comportamiento dinámico de dos indicadores de calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Savoy, J. P., Antruejo, A. E., Perrotta, C. H., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 16). Comportamiento dinámico de la relación yema: albumen y sus componentes en huevos de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XIII Jornada de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Savoy, J. P., Antruejo, A. E., Perrotta, C. H., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 15-18). Componentes mayores del huevo en tres edades del primer ciclo de postura en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos. Análisis multivariado. [Presentación en póster]. 42° Congreso Argentino de Producción Animal.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/39/suplemento%202019.pdf>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Martines, A., Advínculo, S. A., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 15-18). Crecimiento dimensional de gallinas camperas pesadas y semipesadas en su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. 42° Congreso Argentino de Producción Animal.

<http://www.aapa.org.ar/rapa/39/suplemento%202019.pdf>

Romera, B. M., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 15-18). Caracteres a la faena en gallinas Campero Casilda con diferente condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. 42° Congreso Argentino de Producción Animal.

<http://www.aapa.org.ar/rapa/39/suplemento%202019.pdf>

Romera, B. M., Martines, A., Staiolo, M. C., Advínculo, S. A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 15-18). Patrón dinámico del peso del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos, en su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. 42° Congreso Argentino de Producción Animal.

<http://www.aapa.org.ar/rapa/39/suplemento%202019.pdf>

Romera, B. M., Fernández, R., & Di Masso, R. J. (2019, Octubre 23-25). Campero Casilda como gallina ponedora para sistemas semi-intensivos que preservan el bienestar animal. [Presentación oral]. XXVII Jornadas de Jovens Pesquisadores.

<http://grupomontevideo.org/jji/JJI2019.pdf>

Advínculo, S. A., Luciano, J., Diez, M. A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 13). Forma del huevo y componentes de la forma en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. Enfoque dinámico. [Presentación en póster]. VII Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/63-PA-Advinculo-Forma.pdf>

Luciano, J., Martines, A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 13). Categorización cualitativa de los huevos por su tamaño en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-extensivos, en tres momentos del ciclo de postura. [Presentación en póster]. VII Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/72-PA-Luciano-Categorizacion.pdf>

Martines, A., **Romera, B. M.**, Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 13). Peso corporal a la madurez sexual y comportamiento dinámico del peso del huevo de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. VII Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.

<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/75-PA-Martines-Peso.pdf>

Romera, B. M., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 13). Patrón dinámico del peso corporal de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura discriminadas por el desarrollo de los atributos sexuales a las 30 semanas de edad. [Presentación en póster]. VII Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral. <https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/80-PA-Romera-Patr%C3%B3n.pdf>

Romera, B. M., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 26-27). Patrón de madurez para peso corporal de gallinas camperas pesadas y semipesadas en su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. XXI Congreso y XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. <https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libroderesumenes2019-vf.pdf>

Romera, B. M., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 26-27). Patrón dinámico del peso corporal de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura discriminadas por su peso a la madurez sexual. [Presentación en póster]. XXI Congreso y XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. <https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libroderesumenes2019-vf.pdf>

Martines, A., **Romera, B. M.**, Staiolo, M. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 26-27). Patrón dinámico del peso del huevo de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura discriminadas por su precocidad sexual. [Presentación en póster]. XXI Congreso y XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. <https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libroderesumenes2019-vf.pdf>

Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 26-27). Regularidad en la postura y uniformidad en el tamaño del huevo a la madurez sexual y producción en gallinas Campero Casilda evaluadas en el primer tercio del ciclo. [Presentación en póster]. XI Congreso y XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. <https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libroderesumenes2019-vf.pdf>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Noviembre 26-27). Uniformidad en peso corporal a las 22 semanas y caracteres productivos en gallinas del cruzamiento experimental Campero Casilda evaluadas en el primer tercio del ciclo. [Presentación en póster]. XXI Congreso y XXXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. <https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libroderesumenes2019-vf.pdf>

Advínculo, S. A., Luciano, J., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Forma y tamaño del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos al finalizar un primer ciclo de postura largo. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://drive.google.com/file/d/1IrQDTAex-IF-FbE-vxYwZXLUwBiqDJaT/view>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Librera, J. E., Advínculo, S. A., Martines, A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Uniformidad en peso corporal de tres genotipos de gallinas camperas durante el período previo a la madurez sexual. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://drive.google.com/file/d/1IrQDTAex-IF-FbE-vxYwZXLUwBiqDJaT/view>

Fernández, R., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Peso corporal inicial y relación de conversión en huevos de gallinas Campero Casilda al finalizar un primer ciclo de postura largo de 72 semanas. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://drive.google.com/file/d/1IrQDTAex-IF-FbE-vxYwZXLUwBiqDJaT/view>

Ledesma, M. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Precocidad sexual, masa total de huevos y días efectivos de postura en un cruzamiento experimental de gallinas camperas evaluadas en un primer ciclo productivo de 60 semanas. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://drive.google.com/file/d/1IrQDTAex-IF-FbE-vxYwZXLUwBiqDJaT/view>

Librera, J. E., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Condición corporal de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos evaluadas a las 70 semanas de edad. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://drive.google.com/file/d/1IrQDTAex-IF-FbE-vxYwZXLUwBiqDJaT/view>

- Luciano, J., Advínculo, S. A., Diez, M. A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Clasificación comercial de los huevos de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos en la primera mitad del ciclo de postura. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LibroResumenesJCyT2019-a.pdf>
- Martines, A., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Peso del huevo en el tramo final de la etapa de persistencia de la curva de postura en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LibroResumenesJCyT2019-a.pdf>
- Perrotta, C. H., Antruejo, A. E., Savoy, J. P., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas camperas en la etapa final de un primer ciclo de postura largo. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LibroResumenesJCyT2019-a.pdf>
- Romera, B. M.**, Ledesma, M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Caracteres productivos a la madurez sexual en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos. Análisis multivariado. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LibroResumenesJCyT2019-a.pdf>
- Savoy, J. P., Antruejo, A. E., Perrotta, C. H., **Romera, B. M.**, Canet, Z. E., Dottavio, A. M. & Di Masso, R. J. (2019, Diciembre 11-12). Componentes mayores del huevo en tres genotipos de gallinas camperas en la etapa final de un primer ciclo de postura largo. [Presentación en póster]. XX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. VII Jornada Latinoamericana. V Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Ciencias Agrarias. IV Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LibroResumenesJCyT2019-a.pdf>

- Romera, B.M.,** Advínculo, S.A., Luciano, J., Diez, M. de los A., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Septiembre 9-15). Forma del huevo en tres genotipos de gallinas camperas de primer ciclo comparadas a igual edad de postura. [Presentación en póster]. IV Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina. Virtual.
- Romera, B.M.,** Canet, Z.E., Advínculo, S.A., Martines, A., Librera, J.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Septiembre 9-15). Dinámica del peso del huevo en gallinas campero Casilda discriminadas por el peso de los huevos puestos al finalizar su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. IV Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina. Virtual.
- Romera, B.M.,** Martines, A., Advínculo, S.A., Librera, J.E., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Septiembre 9-15). Curvas de postura de gallinas Campero Casilda y dos reproductoras pesadas comerciales. [Presentación en póster]. 43° Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/40/Suplemento2020.pdf>
- Romera, B.M.,** Canet, Z.E., Advínculo, S.A., Martines, A., Librera, J.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Septiembre 9-15). Peso del huevo de gallinas Campero Casilda discriminadas por edad y peso corporal a la madurez sexual. [Presentación en póster]. 43° Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/40/Suplemento2020.pdf>
- Romera, B.M.,** Martines, A., Advínculo, S.A., Librera, J.E., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Noviembre 11). Curva de postura de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de producción. Análisis dinámico. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Virtual.
<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/jornadas-2020/>
- Canet, Z.E., **Romera, B.M.,** Diez, M.A., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Noviembre 11). Dinámica de la uniformidad del peso del huevo de gallinas Campero Casilda durante su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Virtual.
<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/jornadas-2020/>
- Martines, A., **Romera, B.M.,** Staiolo, M.C., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Noviembre 11). Patrón dinámico del peso del huevo de gallinas Campero Casilda discriminadas por la uniformidad en el peso de los huevos y la regularidad en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Virtual.
<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/jornadas-2020/>

Advínculo, S.A., Luciano, J., **Romera, B.M.**, Lagostena, M.G., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Noviembre 11). Análisis transversal de la forma del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en su primer ciclo de postura. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Investigación y Extensión, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. Virtual.

<https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/jornadas-2020/>

Romera, B.M., Savoy, J.P., Antruejo, A.E., Perrotta, C.H., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R. J. (2020, Noviembre 11-13). Componentes mayores del huevo en tres genotipos de gallinas camperas en doce edades del ciclo de postura. Análisis transversal. [Presentación en póster]. XIV Jornada de Ciencia Tecnología e Innovación de la Universidad Nacional de Rosario. Virtual.

Romera, B.M., Canet, Z.E., Diez, M. de los A., Dottavio, A.M., & Di Masso, R.J. (2020, Noviembre 24-25). Peso del huevo durante la etapa de persistencia de la postura en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos. 1. Uniformidad. [Presentación en póster]. XXII Congreso y XL Reunión de la Sociedad de Biología de Rosario. Virtual.

<https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/LIBRO-DE-RESUMENES-SBR-2020.pdf>

Canet, Z.E., **Romera, B.M.**, Diez, M. de los A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2020, Noviembre 24-25). Peso del huevo durante la etapa de persistencia de la postura en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos. 2. Estabilidad. [Presentación en póster]. XXII Congreso y XL Reunión de la Sociedad de Biología de Rosario. Virtual.

<https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/LIBRO-DE-RESUMENES-SBR-2020.pdf>

Romera, B. M., Martines, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2020, Diciembre, 9-11). Patrón dinámico del peso del huevo en gallinas campero Casilda. I. Efecto de la regularidad en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. Primer Encuentro Virtual de Divulgación y Comunicación de Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario. Virtual.

<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LIBRO%20RESUMENES%20Encuentro%20Virtual%20DyC%20Vet%202020.pdf>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.**, Martines, A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2020, Diciembre, 9-11). Patrón dinámico del peso del huevo en gallinas campero Casilda. II. Efecto de la uniformidad en el inicio de la postura. [Presentación en póster]. Primer Encuentro Virtual de Divulgación y Comunicación de Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario. Virtual.

<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LIBRO%20RESUMENES%20Encuentro%20Virtual%20DyC%20Vet%202020.pdf>

Fernández, R., **Romera, B. M.**, Martines, A., Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J. (2020, Diciembre, 9-11). Curva de postura de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en su primer ciclo de producción. Análisis descriptivo. [Presentación en póster]. Primer Encuentro Virtual de Divulgación y Comunicación de Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario. Virtual.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/LIBRO%20RESUMENES%20Encuentro%20Virtual%20DyC%20Vet%202020.pdf>

Romera, B. M., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Junio 3-4). Calidad tecnológica de la carne de pechuga de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos al momento del descarte. [Presentación en póster]. Jornadas de Jóvenes Investigadores, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Virtual. <http://www.fvet.uba.ar/jovenes-invest-2020/index.php#>
<http://www.fvet.uba.ar/archivos/publicaciones/invet/vol23-1-2021/jovenes-investigadores.pdf>

Romera, B. M., Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Noviembre 11). Relación de conversión en huevos en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas, en 11 períodos del ciclo de postura. [Presentación en póster]. IX Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Litoral.
<https://drive.google.com/file/d/1mddOzGUNyVOIGK7hKa7zik6MwLYldeFw/view>

Romera, B. M., Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Noviembre 17-19). Peso corporal y peso del huevo en gallinas Campero Casilda. Análisis dinámico combinado. [Presentación en póster]. 44º Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.
<http://www.aapa.org.ar/rapa/41/1Supl2021.pdf>

Romera, B. M., Advínculo, S. A., Martines, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Noviembre 17-19). Caracteres de forma y componentes mayores del huevo en gallinas Campero Casilda y una ponedora comercial. [Presentación en póster]. XV Jornadas de Ciencias, Tecnologías e Innovación. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario. Virtual.

Romera, B. M., Martines, A., Advínculo, S. A., Luciano, J., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Noviembre 23-24). Clasificación comercial de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura. Categorización cualitativa. [Presentación en póster]. XXIII Congreso y XLI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Virtual.
https://www.sbr.org.ar/Site/images/PDF/Libro_de_Resumenes_2021_XXIII_Congreso_y_XLI_Reunin_Anual_de_la_SBR.pdf

Romera, B. M., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2021, Noviembre 24-26). Morfometría y conformación corporal de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda. [Presentación en póster]. X Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos y XXII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Virtual.

Fernández, R., **Romera, B. M.,** Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Diciembre 9-11). Índice de cresta y barbilla e indicadores óseos en gallinas Campero Casilda. [Presentación en póster]. XXI Jornadas de Divulgación Técnico-Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Virtual.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/libro-2021-2F.pdf>

Romera, B. M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R.J. (2021, Diciembre 9-11). Caracterización multivariada de la población de gallinas Campero Casilda basada en indicadores de tamaño corporal. [Presentación en póster]. XXI Jornadas de Divulgación Técnico-Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Virtual. <https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/libro-2021-2F.pdf>

Romera, B. M., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Diciembre 9-11). Condición corporal temprana y crecimiento prepostura en una población de gallinas Campero Casilda. [Presentación en póster]. XXI Jornadas de Divulgación Técnico-Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Virtual.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/libro-2021-2F.pdf>

Canet, Z. E., **Romera, B. M.,** Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2021, Diciembre 9-11). Fuentes de variancia para peso corporal inversamente asociadas a la longitud corporal y caracteres productivos en gallinas Campero Casilda. [Presentación en póster]. XXI Jornadas de Divulgación Técnico-Científica. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Virtual.
<https://fveter.unr.edu.ar/assets/archivos/libro-2021-2F.pdf>

CONTENIDO

Índice de tablas	i
Índice de figuras	xii
Abreviaturas y símbolos	xxiv
Resumen	xxviii
Abstract	xxxi
Introducción	1
Objetivos	11
Material y métodos	16
Resultados	56
Discusión	259
Conclusiones	344
Referencias bibliográficas	351

Índice de tablas

Tabla 1 - Asignación semanal de alimento de gallinas Campero Casilda previa a la categorización por peso corporal

Tabla 2 - Cantidad de alimento ofrecido entre las semanas 15 y 17 de la recría a aves Campero Casilda categorizadas por su peso corporal

Tabla 3 - Cantidad de alimento ofrecido durante las semanas 18 a 20 de la recría a aves Campero Casilda categorizadas por su peso corporal

Tabla 4 - Plan de vacunación

Tabla 5 - Manejo lumínico

Tabla 6 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Indicadores de tamaño corporal global

Tabla 7 - Tamaño global: Proporción de la variancia total explicada por cada componente y variancia acumulada

Tabla 8 - Tamaño global: Valores propios correspondientes a las tres componentes generadas por el modelo

Tabla 9 - Tamaño global: Correlación entre las tres componentes principales y las variables originales

Tabla 10 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Cabeza

Tabla 11 - Cabeza: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las 12 componentes principales y variancia acumulada

Tabla 12 - Cabeza: Valores propios correspondientes a las seis primeras componentes generadas por el modelo

Tabla 13 - Cabeza: Correlación entre las dos primeras componentes principales y las variables originales

Tabla 14 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Cuello y cuerpo

Tabla 15 - Cuerpo: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las seis componentes principales y variancia acumulada

Tabla 16 - Cuerpo: Valores propios correspondientes a las seis componentes principales generadas por el modelo

Tabla 17 - Cuerpo: Correlación entre las seis componentes principales y las variables originales

Tabla 18 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Extremidades

Tabla 19 - Extremidades: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las cuatro componentes principales y variancia acumulada

Tabla 20 - Extremidades: Valores propios correspondientes a las cuatro componentes principales generadas por el modelo

Tabla 21 - Extremidades: Correlación entre las cuatro componentes principales y las variables originales

Tabla 22 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Índices zoométricos

Tabla 23 - Índices morfométricos: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las cuatro componentes principales y variancia acumulada

Tabla 24 - Índices morfométricos: Valores propios correspondientes a las cuatro componentes principales generadas por el modelo

Tabla 25 - Índices morfométricos: Correlación entre las cuatro componentes principales y las variables originales

Tabla 26 - Indicadores de desarrollo óseo registrados en dos edades del ciclo productivo de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 27 - Caracteres productivos a la madurez sexual en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos

Tabla 28 - Componentes principales correspondientes a los caracteres a la madurez sexual en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 29 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas en función de un análisis en componentes principales

Tabla 30 - Caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 31 - Estimadores de los parámetros de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal promedio durante la fase de postura vs. edad cronológica en tres genotipos de gallinas ponedoras

Tabla 32 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos peso corporal (g) versus edad cronológica (semanas), en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos

Tabla 33 - Edad y peso corporal a la puesta del primer huevo y estimadores de los parámetros de la función de Gompertz con significado biológico en gallinas Campero Casilda discriminadas por su precocidad sexual

Tabla 34 - Peso corporal a la puesta del primer huevo y estimadores de los parámetros de la función de Gompertz con significado biológico en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la madurez sexual

Tabla 35 - Tasas de crecimiento exponencial prepostura y estimadores de la función sigmoidea de Gompertz de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 36 - Coeficiente de uniformidad 1 (10 %). Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos

Tabla 37 - Coeficiente de uniformidad 2 (15 %). Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos

Tabla 38 - Uniformidad interna. Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos

Tabla 39 - Caracteres productivos a la madurez sexual en tres lotes de gallinas camperas con diferente uniformidad para peso corporal a las 22 semanas de edad

Tabla 40 - Uniformidad en peso corporal a las 22 semanas y caracteres productivos en gallinas Campero Casilda de primer ciclo

Tabla 41 - Estimadores de los parámetros de la función de Nelder aplicada al ajuste de los datos de la proporción semanal de aves en postura en función de la edad de postura en un lote de gallinas Campero Casilda

Tabla 42 - Indicadores del área bajo la curva de postura de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en su primer ciclo

Tabla 43 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura previa al pico en Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas

Tabla 44 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura posterior al pico en Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas

Tabla 45 - Indicadores del área bajo la curva de postura de tres genotipos de gallinas pesadas en un primer ciclo de 36 semanas

Tabla 46 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura previa al pico en Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas

Tabla 47 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura posterior al pico en Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas

Tabla 48 - Estimadores de los parámetros con significado biológico y criterios de bondad de ajuste de la función de Weatherup & Foster aplicada a los datos peso del huevo-edad de postura, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en la fase ascendente de sus curvas de postura

Tabla 49 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster para el ajuste de los datos peso del huevo versus edad de postura en gallinas Campero Casilda en comparación con gallinas Negra INTA y Rhode Island Red

Tabla 50 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su madurez sexual

Tabla 51 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos peso del huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la madurez sexual

Tabla 52 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por su edad y por su peso corporal a la madurez sexual

Tabla 53 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los 10 primeros huevos

Tabla 54 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el número de días requeridas para poner los 10 primeros huevos

Tabla 55 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos

Tabla 56 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por la regularidad y uniformidad de su postura al inicio del ciclo

Tabla 57 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los huevos puestos en las semanas 68, 69 y 70

Tabla 58 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por el peso inicial y final del huevo

Tabla 59 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal-edad cronológica y peso del huevo-edad cronológica en gallinas Campero Casilda discriminadas por el valor de las dos primeras componentes principales

Tabla 60 - Estimadores de la función exponencial asintótica de Weatherup & Foster de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 61 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre el peso del huevo, la forma y sus componentes

Tabla 62 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 63 - Significado estadístico de los efectos. Primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 64 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 65 - Significado estadístico de los efectos. Segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 66 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 67 - Significado estadístico de los efectos – Tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 68 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el cuarto final del ciclo de postura

Tabla 69 - Significado estadístico de los efectos – Cuarto final del ciclo de postura

Tabla 70 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos longitud promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 71 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos anchura promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 72 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos índice de forma promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 73 - Peso del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

Tabla 74 - Longitud del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

Tabla 75 - Anchura del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

Tabla 76 - Forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

Tabla 77 - Significado estadístico de los efectos evaluados a la misma edad de postura

Tabla 78 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los componentes mayores del huevo. Análisis transversal

Tabla 79 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 80 - Significado estadístico de los efectos – Primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 81 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 82 - Significado estadístico de los efectos – Segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 83 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 84 - Significado estadístico de los efectos – Tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 85 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el cuarto final del ciclo de postura

Tabla 86 - Significado estadístico de los efectos – Cuarto final del ciclo de postura

Tabla 87 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de yema versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 88 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de albumen versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 89 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de cáscara versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 90 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos relación yema:albumen promedio versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

Tabla 91 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema. Análisis transversal

Tabla 92 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen. Análisis transversal

Tabla 93 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los indicadores asociados a la calidad de la cáscara. Análisis transversal

Tabla 94 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el primer cuarto de su primer ciclo de postura

Tabla 95 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 96 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 97 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Tabla 98 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el segundo cuarto de su primer ciclo de postura

Tabla 99 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 100 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 101 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Tabla 102 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el tercer cuarto de su primer ciclo de postura

Tabla 103 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 104 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 105 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 106 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el último cuarto de su primer ciclo de postura

Tabla 107 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Tabla 108 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Tabla 109 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Tabla 110 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos altura de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 111 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos diámetro de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 112 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos índice de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 113 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos altura del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 114 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos longitud del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 115 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos anchura del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 116 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos índice de albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 117 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos Unidades Haugh versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 118 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso promedio del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 119 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos superficie del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 120 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso relativo del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 121 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos espesor medio de la cáscara versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

Tabla 122 - Área total y relativa bajo la curva correspondiente a cada categoría de tamaño de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda e indicadores asociados. Criterio cuantitativo

Tabla 123 - Área total y relativa bajo la curva correspondiente a cada categoría de tamaño de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda e indicadores asociados. Criterio cualitativo

Tabla 124 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades del ciclo. Criterio cuantitativo

Tabla 125 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades del ciclo. Criterio cualitativo

Tabla 126 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades de postura. Criterio cuantitativo

Tabla 127 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades de postura. Criterio cualitativo

Tabla 128 - Relación de conversión en huevos y variables que determinan su valor en gallinas Campero Casilda evaluadas en 11 periodos consecutivos de su ciclo de postura y discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Tabla 129 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos masa de huevos versus edad de postura en la fase ascendente de la curva de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Tabla 130 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos masa de huevos versus edad de postura en la fase de persistencia de la curva de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Tabla 131 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos relación de conversión en huevos versus edad de postura a partir de la cuarta semana de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Tabla 132 - Número de huevos, peso promedio del huevo, masa de huevos y relación de conversión en huevos de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 133 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 134 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias relativas

Tabla 135 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 136 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias relativas

Tabla 137 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 138 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias relativas

Tabla 139 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 140 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas. Frecuencias relativas

Tabla 141 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 58 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 142 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 58 semanas de edad. Frecuencias relativas

Tabla 143 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 70 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Tabla 144 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 70 semanas de edad. Frecuencias relativas

Tabla 145 - Aumento medio semanal de peso corporal (AMS) entre la 5ª y la 19ª semanas de vida de gallinas Campero Casilda discriminadas en cuatro grupos en función de los valores de los cuartiles de orden 1, 2 y 3

Tabla 146 - Clasificación de gallinas de cuatro grupos con diferente aumento medio semanal de peso entre la 5ª y 19ª semana de edad, por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias absolutas

Tabla 147 - Clasificación de gallinas de cuatro grupos con diferente aumento medio semanal de peso entre la 5ª y 19ª semana de edad, por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias relativas

Tabla 148 - Condición corporal a las 19 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 149 - Condición corporal a las 30 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 150 - Condición corporal a las 58 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 151 - Condición corporal a las 70 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Tabla 152 - Caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas camperas discriminadas por su condición corporal a las 19 semanas de edad

Tabla 153 - Caracteres a la faena en tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Tabla 154 - Indicadores de calidad tecnológica de la carne de pechuga de tres genotipos de gallinas categorizadas por su condición corporal al finalizar el ciclo de postura

Índice de figuras

Figura 1 - Gallinas adultas de los tres grupos genéticos evaluados. Izquierda: Campero Casilda. Centro: Negra INTA. Derecha: Rhode Island Red

Figura 2 - Medidas morfométricas registradas en la cabeza

Figura 3 - Registro del peso del huevo (izquierda) con balanza de precisión y de la longitud (centro) y la anchura (derecha), con calibre micrométrico

Figura 4 - Maniobras de palpación asociadas a la determinación de la condición corporal

Figura 5 - Descripción esquemática de la categorización de la condición corporal propuesta por Gregory & Robins (1998)

Figura 6 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre los indicadores de tamaño global de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Figura 7 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre los caracteres morfométricos de la cabeza de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Figura 8 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre caracteres morfométricos correspondientes al cuerpo de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Figura 9 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre cuatro caracteres morfométricos correspondientes a las extremidades de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Figura 10 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre índices morfométricos correspondientes a aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Figura 11 - Comportamiento de las seis componentes principales en cada uno de los tres grupos genéticos de gallinas ponedoras

Figura 12 - Distribución de las aves de los tres grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales. Arriba a la izquierda: localización de los valores promedio de ambas componentes de cada grupo, por cuadrante. Arriba a la derecha y abajo izquierda y derecha: detalle resaltando la ubicación individual de las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, respectivamente

Figura 13 - Distribución de las gallinas Campero Casilda en el plano definido por las dos primeras componentes principales

Figura 14 - Patrón de crecimiento exponencial de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa inicial de alojamiento a piso, con asignación de nutrientes a discreción

Figura 15 - Patrón de crecimiento de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa prepostura de alojamiento en jaula, con asignación diferencial de nutrientes (Campero Casilda: ambiente restringido; Negra INTA y Rhode Island Red: ambiente ad libitum)

Figura 16 - Curvas de crecimiento de tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos, durante la fase de postura. Valores experimentales y ajuste con la función exponencial asintótica de Brody

Figura 17 - Curvas de crecimiento de tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos, en su primer ciclo de postura (Izquierda: valores experimentales; Derecha: ajuste con la función de Gompertz)

Figura 18 - Curvas de crecimiento teóricas de cuatro grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas por su precocidad sexual

Figura 19 - Curvas de crecimiento teóricas de cuatro grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la puesta del primer huevo

Figura 20 - Curvas de crecimiento teóricas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Figura 21 - Curvas de crecimiento teóricas de gallinas Campero Casilda y dos genotipos de reproductoras pesadas comerciales

Figura 22 - Curvas de madurez para peso corporal de tres genotipos de ponedoras camperas a lo largo de su primer ciclo de postura

Figura 23 - Coeficiente de uniformidad del 10% del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas

Figura 24 - Coeficiente de uniformidad del 15% del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas (las flechas indican la localización del pico)

Figura 25 - Coeficiente de variación del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas (las flechas indican la localización del pico)

Figura 26 - Áreas bajo la curva (izquierda: valores absolutos; derecha valores relativos a Campero Casilda) de tres indicadores de uniformidad del peso corporal correspondientes a tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos

Figura 27 - Ajuste no lineal de los datos porcentaje de postura semanal versus edad de postura de gallinas Campero Casilda

Figura 28 - Curvas de postura de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y de dos poblaciones de ponedoras semipesadas utilizadas como referencia, entre la madurez sexual y las 50 semanas de postura

Figura 29 - Curvas de postura de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas. Ajuste bietápico. Izquierda: etapa previa al pico de postura: ajuste Gompertz. Derecha: etapa posterior al pico de postura: ajuste lineal

Figura 30 - Curvas de postura (ángulo superior izquierdo) y área bajo las mismas, de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y de dos poblaciones de reproductoras comerciales pesadas, entre la madurez sexual y las 34 semanas de postura

Figura 31 - Curvas de postura de gallinas Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas. Ajuste bietápico. Izquierda: etapa pre-pico: ajuste Gompertz. Derecha: etapa post-pico: ajuste lineal

Figura 32 - Peso del huevo en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio del primer ciclo de postura (Izquierda: valores experimentales, Derecha: valores teóricos)

Figura 33 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio de la etapa de persistencia de sus curvas de postura

Figura 34 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el tramo final de la etapa de persistencia de sus curvas de postura

Figura 35 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en su primer ciclo de postura. Parte superior: en función de la edad cronológica. Parte inferior: en función de la edad de postura. Izquierda: valores experimentales. Derecha: ajustes teóricos

Figura 36 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por la edad a la puesta del primer huevo

Figura 37 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la puesta del primer huevo

Figura 38 - Asociación edad y peso corporal a la puesta del primer huevo en gallinas Campero Casilda

Figura 39 - Distribución de las aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por la edad y el peso corporal a la puesta del primer huevo

Figura 40 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por su edad y peso corporal a la puesta del primer huevo

Figura 41 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de sus 10 primeros huevos

Figura 42 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por su regularidad en el inicio de la postura

Figura 43 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por la uniformidad en peso de sus huevos en el inicio de la postura

Figura 44 - Asociación regularidad en el inicio de la postura y uniformidad del peso de los primeros huevos en gallinas Campero Casilda

Figura 45 - Distribución de la aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por la regularidad en el inicio de la postura y uniformidad del peso de los primeros huevos

Figura 46 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura

Figura 47 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los últimos huevos del ciclo

Figura 48 - Asociación entre el peso promedio inicial y el peso promedio final del huevo en gallinas Campero Casilda

Figura 49 - Distribución de la aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por el peso promedio inicial y final del huevo

Figura 50 - Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por el peso de sus huevos al inicio y a la finalización del ciclo

Figura 51 - Distribución de las aves en los cuadrantes del plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura 52 - Patrones dinámicos del peso corporal (izquierda) y del peso del huevo (derecha) de aves Campero Casilda discriminadas por el cuadrante de pertenencia en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura 53 - Curvas teóricas de aumento de peso del huevo de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Figura 54 - Patrón teórico de aumento de peso del huevo de gallinas Campero Casilda y dos genotipos comerciales de reproductoras pesadas

Figura 55 - Comportamiento dinámico multietápico del coeficiente de variación semanal del peso del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras para sistemas semi-intensivos de primer ciclo en función de la edad de postura

Figura 56 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x período de registro para la forma de los huevos y los componentes que la determinan en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos durante su primer ciclo de postura

Figura 57 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Figura 58 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Figura 59 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Figura 60 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el cuarto final del ciclo de postura

Figura 61 - Comportamiento dinámico de la longitud del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

Figura 62 - Comportamiento dinámico de la anchura del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

Figura 63 - Comportamiento dinámico del índice de forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: ajustes lineales

Figura 64 - Comportamiento teórico del índice de forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Las flechas muestran la edad a la cual la forma del huevo pasa de redondeada a satisfactoria

Figura 65 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos comparadas a igual edad de postura

Figura 66 - Comportamiento de la proporción de yema de huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 67 - Comportamiento de la proporción de albumen del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 68 - Comportamiento de la relación yema:albumen del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 69 - Comportamiento de la proporción de cáscara del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 70 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Figura 71 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Figura 72 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Figura 73 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el cuarto final del ciclo de postura

Figura 74 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de yema de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

Figura 75 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de albumen de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial decreciente

Figura 76 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de cáscara de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados (función lineal)

Figura 77 - Comportamiento dinámico de la relación yema:albumen promedio de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

Figura 78 - Comportamiento de la altura de la yema evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 79 - Comportamiento del diámetro de la yema evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 80 - Comportamiento del índice de yema evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 81 - Comportamiento de la altura del albumen evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 82 - Comportamiento de la longitud del albumen evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 83 - Comportamiento de la anchura del albumen evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 84 - Comportamiento del índice de albumen evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 85 - Comportamiento de las Unidades Haugh evaluadas en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 86 - Comportamiento del peso promedio del huevo evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 87 - Comportamiento de la superficie del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 88 - Comportamiento del peso relativo del huevo evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 89 - Comportamiento del espesor medio de la cáscara evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Figura 90 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Figura 91 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Figura 92 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores vinculados con la cáscara de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Figura 93 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Figura 94 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Figura 95 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Figura 96 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Figura 97 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Figura 98 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Figura 99 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Figura 100 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Figura 101 - Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Figura 102 - Comportamiento dinámico de la altura de la yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 103 - Comportamiento dinámico del diámetro de la yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 104 - Comportamiento dinámico del índice de yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste lineal)

Figura 105 - Comportamiento dinámico de la altura del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Figura 106 - Comportamiento dinámico de la longitud del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 107 - Comportamiento dinámico de la anchura del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 108 - Comportamiento dinámico del índice de albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Figura 109 - Comportamiento dinámico de las Unidades Haugh en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Figura 110 - Comportamiento dinámico del peso promedio del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 111 - Comportamiento dinámico del peso promedio del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 112 - Comportamiento dinámico del peso relativo del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Figura 113 - Comportamiento dinámico del espesor medio de la cáscara en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste lineal)

Figura 114 - Patrón de modificación de la clasificación comercial de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda en función de la edad cronológica. Criterio cuantitativo

Figura 115 - Patrón de modificación de la clasificación comercial de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda en función de la edad cronológica. Criterio cualitativo

Figura 116 - Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad cronológica en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cuantitativo

Figura 117 - Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad cronológica en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cualitativo

Figura 118 - Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cuantitativo

Figura 119 - Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cualitativo

Figura 120 - Representación transversal del número promedio de huevos y el peso promedio de los huevos como componentes de la masa promedio de huevos puestos por gallinas Campero Casilda de bajo peso (BP) y alto peso (AP) corporal a las 25 semanas de edad en 11 periodos consecutivos de su ciclo de postura

Figura 121 - Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa ascendente de la curva de postura

Figura 122 - Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa inicial de la fase de persistencia de la postura

Figura 123 - Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa final de la fase de persistencia de la postura

Figura 124 - Comportamiento dinámico de la masa de huevos en función de la edad de postura en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Figura 125 - Comportamiento dinámico de la relación de conversión en huevos en función de la edad de postura en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

Figura 126 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 19 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 127 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en las categorías de condición corporal común a todos ellos, evaluada a las 19 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 128 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 30 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 129 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en las categorías de condición corporal común a todos ellos, evaluada a las 30 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 130 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 58 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 131 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 70 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Figura 132 - Condición corporal de aves Campero Casilda de 19 semanas de edad discriminadas por su aumento medio semanal de peso corporal. Izquierda: categoría de condición corporal por grupo de AMS. Derecha: Categoría de AMS por categoría de condición corporal

Figura 133 - Peso vivo prefaena de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 134 - Peso eviscerado de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 135 - Peso de la pechuga con hueso de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 136 - Peso de pata con muslo de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 137 - Peso de alas de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 138 - Peso de garras de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 139 - Peso de la carcasa de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 140 - Peso del panículo graso abdominal de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 141 - Rendimiento a la faena de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 142 - Proporción de pechuga con hueso de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 143 - Proporción de pata-muslo de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 144 - Proporción de alas de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 145 - Proporción de garras de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 146 - Proporción de carcasa de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 147 - Proporción de grasa abdominal de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Figura 148 - Características tecnológicas de la carne de pechuga de tres genotipos de gallinas categorizadas por su condición corporal al finalizar el ciclo de postura

Abreviaturas y símbolos

Al % proporción de alas

AMS Aumento medio semanal de peso corporal

AMSA Asociación Americana de la Ciencia de la Carne

ANBARB Anchura de barbilla

ANCORE Anchura de lóbulos de la oreja

ANCRAN Anchura de cráneo

ANCRES Anchura de cresta

ANINHU Anchura dorsal inter húmeros

ANINFE Anchura dorsal inter fémures

ANOJOS Anchura de ojos

ANPECH Anchura de pechuga

ANPICO Anchura de pico

AP Alto peso

ASIHUE Peso asintótico de huevo

ASIPES Peso corporal asintótico

BP Bajo peso

Ca (%) proporción de carcasa

Cat Categoría

CC Campero Casilda

CIRCOR Circunferencia corporal

CP1 Primera componente

CP2 Segunda componente

CP3 Tercera componente

CP4 Cuarta componente

CP5 Quinta componente

CP6 Sexta componente

CP7 Séptima componente

CP8 Octava componente

CP9 Novena componente

CP10 Décima componente

CP11 Undécima componente

CP12 Duodécima componente
CRA Capacidad de retención de agua
CV Coeficiente de variación
CV10 Coeficiente de variación de peso de los diez primeros huevos puestos
CI Cuadrante 1
CII Cuadrante 2
CIII Cuadrante 3
CIV Cuadrante 4
DE Desvío estándar
DIATAR Diámetro de tarso
E Edad a la puesta del primer huevo
EEA Estación Experimental Agropecuaria
EE.UU. Estados Unidos de Norteamérica
EMV Energía Metabolizable Verdadera
ENALAR Envergadura alar
FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FCV Facultad de Ciencias Veterinarias
F1 primera generación filial derivada de un cruzamiento
Ga (%) proporción de garras
Gab (%) proporción de grasa abdominal
Ialb Índice de albumen
INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IC Índice de cresta
IB Índice de barbilla
IF Índice de forma de huevo
I 1 Índice 1
I 2 Índice 2
I 3 Índice 3
I 4 Índice 4
I 5 Índice 5
I 6 Índice 6
I 7 Índice 7

I 8 Índice 8
 I 9 Índice 9
 I 10 Índice 10
 I 11 Índice 11
 IYe Índice de yema
 LOBARB Longitud de barbilla
 LOCOLA Longitud de cola
 LOCRAN Longitud de cráneo
 LOCRES Longitud de cresta
 LODEDO Longitud de dedo medio
 LONALA Longitud de ala plegada
 LONCUE Longitud de cuello
 LONDOR Longitud dorsal
 LONMUS Longitud de muslo
 LONOJO Longitud de ojo
 LONORE Longitud de lóbulos de la oreja
 LONTAR Longitud de tarso
 LONTIB Longitud de tibia
 LONTOT Longitud total
 LOPECH Longitud de pechuga
 LOPICO Longitud de pico
 MADHUE Tasa de maduración para peso de huevo
 MADPES Tasa de maduración para peso corporal
 MPH Masa promedio de huevos
 N10 Número de días para poner los primeros diez huevos
 NI Negra INTA
 NPH Número promedio de huevos
 P10 Peso de los 10 primeros huevos
 Pal peso alas
 PC Peso corporal
 Pca peso carcasa
 Pe proporción de pechuga

PESCOR Peso corporal
 PEv peso eviscerado
 Pga peso garras
 PGab peso grasa abdominal
 PM proporción de pata-muslo
 PPe peso pechuga con hueso
 PPM peso pata-muslo
 PVP peso vivo prefaena
 PH Peso de huevo
 PPC Pérdida por cocción
 PPH Peso promedio del huevo
 QTL Loci de caracteres cuantitativos
 R (%) rendimiento
 R^2 Coeficiente de determinación lineal
 RC Relación promedio de conversión
 RIDAF Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar
 RIR Rhode Island Red
 SAGPyA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación
 SENASA Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
 SNP Polimorfismo de nucleótido simple
 SUPECH Superficie de pechuga
 UH Unidades Haugh
 UNNE Universidad Nacional del Nordeste
 UNR Universidad Nacional de Rosario
 W&F Función de Weatherup & Foster
 Y:A Relación yema albumen

Resumen

El cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda tiene como madre un cruzamiento simple entre las poblaciones sintéticas maternas A y ES, y como padre gallos de la población sintética AH', modelo que se asemeja al esquema de producción del parrillero industrial. El objetivo general de este trabajo fue caracterizar zoométricamente y evaluar en forma integral el comportamiento productivo, en su primer ciclo de postura, de gallinas pertenecientes a dicho cruzamiento, propuesto como ave de doble propósito para sistemas semi-intensivos que preservan el bienestar animal. Dicha evaluación incluyó la comparación con la ponedora autosexante Negra INTA y con una estirpe propia de la raza asimilada semipesada Rhode Island Red. La caracterización zoométrica de las hembras Campero Casilda y su evaluación productiva como aves de postura, se planteó como etapa preliminar a su utilización como población base para la generación de una población sintética y, eventualmente, una raza sintética doble propósito. Entre los caracteres productivos relevados en este estudio, se incluyeron aquellos vinculados con la madurez sexual (edad y peso corporal a la puesta del primer huevo, uniformidad y regularidad en el inicio de la postura y peso de los primeros huevos), la uniformidad del peso corporal y del peso del huevo y los patrones dinámicos de aumento de dichos pesos a lo largo del ciclo productivo, la eficiencia de conversión en huevos, los componentes mayores del huevo (proporción de yema, albumen y cáscara y relación yema:albumen) y el comportamiento de los indicadores de calidad interna en función de la edad de las aves, las curvas de postura, la forma y el tamaño de los huevos y la evolución de su clasificación comercial, la condición corporal y su relación con el valor carnicero de las aves de descarte, la proporción de cortes valiosos (pechuga y pata-muslo) y de grasa corporal a la faena y la calidad tecnológica de la carne de la pechuga. La caracterización zoométrica de las aves permitió describirlas como un biotipo más alargado, con un cuerpo que se ensancha hacia caudal. Los análisis multivariados permitieron fundamentar criterios de selección masal basados en medidas corporales para la formación de una línea sintética a partir de este cruzamiento inicial. Las medidas registradas en la cabeza, fundamentalmente las correspondientes a los ornamentos sexuales cresta y barbilla, se correlacionaron de manera positiva con la inversión ósea y negativa con edad a la madurez sexual. Las aves que presentaron mayor velocidad de crecimiento, y por lo tanto mayor peso corporal, alcanzaron 10 días antes la madurez sexual sin afectar esto el peso de los primeros huevos ni la uniformidad del peso de los mismos pero sí aumentando el número de días requeridos para ponerlos. El plan

de restricción implementado en el genotipo experimental permitió alcanzar un peso similar al de los genotipos semipesados a las 22 semanas de vida. La madurez sexual permitió identificar a Campero Casilda como un genotipo con características similares a las de aves pesadas comerciales. El peso corporal se correlacionó de manera positiva con el peso del huevo a lo largo de todo el ciclo productivo. Si bien con gran variabilidad, el grupo de aves que rompió postura con la combinación más favorable de caracteres lo hizo entre las semanas 26 y 27 de vida. Las diferencias en peso observadas a la madurez sexual se asociaron con diferencias que se mantuvieron en el patrón global de crecimiento y en el peso maduro alcanzado y estuvieron asociadas a diferencias en la condición corporal, producto de la segregación genética que se presenta en esta población asociada a la condición híbrida de sus madres, sin afectar el número de huevos, el peso, ni la masa de huevos producida. La curva de postura fue compatible con la de un ave doble propósito, similar a la de reproductoras semipesadas y pesadas comerciales. El menor peso corporal de las aves campero Casilda en comparación con reproductoras pesadas comerciales y el mayor peso en comparación con los dos genotipos semipesados, no repercutió en el peso ni en la uniformidad de los huevos producidos. La edad y el peso corporal a la madurez sexual, así como la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura y el peso del huevo al finalizar el ciclo, se identificaron como indicadores de utilidad a tener en cuenta como potenciales criterios de selección para el carácter peso del huevo en todo el ciclo de producción. Los huevos producidos pasaron de una forma redondeada a satisfactoria en las primeras etapas del ciclo productivo y fueron similares a los de Negra INTA en longitud, anchura y peso, presentaron mayor proporción de yema y menor proporción de albumen lo que se tradujo en una mayor cantidad de sólidos totales. La calidad interna fue excelente durante todo el período evaluado y la clasificación comercial determinó mayor tamaño de los huevos de Campero Casilda frente a los genotipos de referencias, acorde a su mayor peso corporal, pero con mayor variabilidad. La conversión alimenticia fue del orden de 1,25 kilos de alimento por kilo de masa de huevo producida una vez alcanzado el pico de producción y fue aumentando hasta terminar el ciclo con valores cercanos a 4:1. La condición corporal registrada en el inicio del ciclo productivo fue acorde al tipo de ave considerada y no al peso de las mismas -mejor condición en aves con genes Cornish- pero se asoció al peso hacia el fin de la postura en una edad cercana al descarte. Las diferencias en condición corporal entre aves camperas no afectaron la proporción de cortes valiosos ni la proporción de grasa corporal, si bien esta tendió a ser mayor en las aves de categoría superior como tampoco la calidad tecnológica de la carne

de pechuga. Como conclusión surge que las hembras Campero Casilda, un tipo de ave inicialmente desarrollado para la producción de carne, presentan características productivas que hacen factible su uso como ponedora para sistemas semi-intensivos a la vez que brindan fundamento a su utilización como población base para la producción de una población de aves camperas doble propósito.

Palabras clave: caracterización productiva, cruzamiento experimental, Campero Casilda, aves doble propósito, avicultura alternativa.



Gallinas Campero Casilda en producción (Fuente: Sabina Advínculo)

Abstract

Zoometric characterization and productive evaluation of hens from the three-way experimental crossing Campero Casilda in its first laying cycle, within the framework of non-conventional dual-purpose poultry

The three-way experimental cross Campero Casilda has as mother a simple cross between the maternal synthetic populations A and ES, and as father roosters from the synthetic population AH', a model that resembles the production scheme of the industrial broilers. The general objective of this work was to characterize zoometrically and to evaluate comprehensively the productive behavior, in its first laying cycle, of hens belonging to the aforementioned cross, proposed as a dual-purpose bird for semi-intensive systems that preserve animal welfare. The evaluation included the comparison with the self-sexing layer Negra INTA and with a strain of the Rhode Island Red semi-heavyweight assimilated breed. The zoometric characterization of the Campero Casilda females and their productive evaluation as laying birds was proposed as a preliminary stage to their use as base population for the generation of a synthetic population and, eventually, a dual purpose synthetic breed. Among the productive traits surveyed in this study were included those linked to sexual maturity (age and body weight at the laying of the first egg, uniformity and regularity at the start of laying and weight of the first eggs), the uniformity of body weight and egg weight and the dynamic patterns of increase of both traits throughout the productive cycle, the conversion efficiency in eggs, the major components of the egg (yolk, albumen and shell proportions and yolk: albumen ratio), the behavior of the internal quality indicators based on the age of the birds, the laying curves, the shape and size of the eggs and the evolution of their commercial classification, body condition and their relationship with the meat value of spent hens, the proportion of valuable cuts (breast and leg-thigh) and body fat at slaughter and the technological quality of the breast meat. The zoometric characterization of these birds allowed to describe them as a more elongated biotype, with a body that widens towards caudal. The multivariate analyzes made it possible to established mass selection criteria based on body measurements for the formation of a synthetic line from this initial crossing. The measurements recorded on the head, mainly those corresponding to the sexual ornaments -comb and wattles- were positively correlated with bone inversion and negatively correlated with age at sexual maturity. The birds that showed higher growth rate, and therefore higher body weight, reached sexual maturity 10 days before, without

affecting the weight of the first eggs or their weight uniformity, but increasing the number of days required to hatch them. The restriction protocol imposed to this experimental genotype allowed it to reach a weight similar to that of the medium-heavy genotypes at 22 weeks of life. Sexual maturity allowed Campero Casilda to be identified as a genotype with characteristics similar to heavy commercial birds. Body weight was positively correlated with egg weight throughout the entire production cycle. Although with great variability, the group of birds that broke lay with the most favorable combination of traits did so between weeks 26 and 27 of life. The differences in weight observed at sexual maturity were associated with differences that were maintained throughout the global growth pattern and also in the mature weight and were associated with differences in body condition, product of the genetic segregation that occurs in this population due to the hybrid condition of their mothers, without affecting the number of eggs, their weights, or the mass of eggs produced. The laying curve was compatible with that of a dual-purpose bird, similar to that of commercial medium-heavy and heavyweight breeders. The lower body weight of Campero Casilda free-range birds compared to commercial broiler breeders and the higher weight compared to the two medium-heavy genotypes did not affect the weight or the uniformity of the eggs produced. Age and body weight at sexual maturity as well as regularity and uniformity at the start of laying and egg weight at the end of the cycle were identified as useful indicators to consider as potential selection criteria for the character egg weight throughout the production cycle. The eggs laid in the early stages of the production cycle went from rounded to satisfactory in shape and were similar to those of Negra INTA in length, width and weight, they had a higher proportion of yolk and a lower proportion of albumen, which translated into a higher quantity of total solids. The internal quality was excellent throughout the evaluated period and the commercial classification determined a larger size of Campero Casilda eggs compared to the reference genotypes, according to their greater body weight but with greater variability. The feed conversion ratio was of the order of 1,250 kilos of feed per kilo of egg mass produced once the production peak was reached and increased until the end of the cycle with values close to 4:1. The body condition recorded at the beginning of the production cycle was in accordance with the type of bird considered and not with their weight -better condition in birds with Cornish genes- but it was associated with body weight towards the end of laying close to culling age. Differences in body condition between free-range birds did not affect the proportion of valuable cuts or the proportion of body fat at slaughter, although the latter tended to be higher in those birds assigned to a higher category,

Body condition did not affect the technological quality of breast meat. As a conclusion, it emerges that Campero Casilda females, a type of bird initially developed for meat production, have productive characteristics that make feasible their use as a layer for semi-intensive systems, while providing a basis for their use as a base population for breeding a dual-purpose free-range birds synthetic population.

Keywords: productive characterization, experimental crossing, Campero Casilda, dual purpose birds, alternative poultry farming



Gallinas Campero Casilda en control individual (Fuente: Sabina Advínculo)

Introducción

Los criterios de selección aplicados en el mejoramiento de los reproductores pesados que se utilizan como progenitores de los pollos parrilleros comerciales han sido pensados para sistemas intensivos en confinamiento y no para sistemas semi-intensivos o extensivos en los que parte, o la totalidad, del ciclo productivo se lleva a cabo al aire libre. En consecuencia, en los mismos se ha priorizado la productividad individual de las aves y se han centrado primordialmente en tres aspectos: la velocidad de crecimiento, la eficiencia alimenticia y el rendimiento a la faena (Dottavio & Di Masso, 2010). La elevada tasa de producción resultante de su aplicación permitió proveer a la población de una fuente de proteína de alta calidad, a un precio accesible, a la vez que aumentó la dependencia -a nivel cuantitativo y cualitativo- de insumos vinculados con la alimentación y la sanidad (van de Weerd et al., 2009). En forma concomitante a este aumento en la productividad, los actuales sistemas de producción comercial de tipo intensivo han llevado a un quiebre de la armonía entre la etología (Martín, 2016) y la producción animal al no permitir a las aves manifestar conductas innatas de comportamiento propias de la especie que son importantes aun en un entorno de cautividad (Weeks & Nicol, 2006). Si bien, en ocasiones, se argumenta que una producción satisfactoria es de por sí garantía de adecuadas condiciones de bienestar; por lo general, producción y bienestar se encuentran en oposición y mantienen entre sí situaciones de tensión que requieren ser atendidas. Prueba de ello es que la mayoría de las alteraciones vinculadas con el bienestar de las aves mantenidas en sistemas de producción comercial, que comprometen su desempeño reproductivo (Hocking et al., 1987; McGary et al., 2002; Robinson et al., 1991), su integridad esquelética (Corr et al., 2003; Katanbaf et al., 1989; Knowles et al., 2008; Lilburn, 1994), su status inmunológico y su salud cardiovascular (Cheema et al., 2003; Koenen et al., 2002; Hafez & Hauck, 2005; Qureshi & Havenstein, 1994; Yunis et al., 2000), entre otros aspectos son, en gran parte, consecuencia de la intensa selección artificial aplicada sobre estas poblaciones.

Los efectos indeseables mencionados, derivados de la notoria intensificación de la producción avícola comercial, generaron la reacción de algunos grupos proteccionistas que expresaron inquietudes éticas con respecto al tratamiento al que se ven sometidas las aves en las diferentes etapas de crianza. Estas inquietudes fueron volcadas en el denominado Informe Brambell (Brambell, 1965) presentado al Parlamento Británico a mediados de los años 60, documento que representa un fuerte antecedente como llamado de atención e instrumento de protesta frente a los sistemas actuales de crianza. Desde aproximadamente la última década del siglo XX, la evidencia científica sugiere que no ha habido una mejora real en la situación de

bienestar de las aves bajo sistemas de manejo intensivo e incluso que ciertas condiciones generales de dicho manejo han empeorado en algunos aspectos. Dada la preminencia que esta cuestión está adquiriendo, disponer de una definición de bienestar que permita su evaluación en condiciones productivas facilitaría su discusión a nivel de legislación y contribuiría a posicionarlo como tema relevante a considerar en los intentos de conciliar los intereses, en ocasiones contrapuestos, de productores y consumidores.

Si bien se dispone de diversas definiciones de bienestar animal, con la entrada en vigencia del tratado de Ámsterdam, en 1990, que considera a los animales como seres "sensibles" capaces, por ende, de sentir dolor y experimentar sensaciones de sufrimiento, se lo interpreta como un estado de confort, en el que los individuos pueden tener un desarrollo adecuado, aumentando su productividad, en un ambiente apropiado en donde sus necesidades fisiológicas y etológicas no se vean alteradas (Canon, 2013; FAO, 2013; Friedrich, 2012). De acuerdo con el Informe Brambell antes citado, el bienestar animal hace referencia tanto a los aspectos físicos como a los aspectos "psíquicos" del individuo, por lo que su evaluación debe considerar los estudios científicos disponibles relativos a los "sentimientos" de los animales, que puedan deducirse de su estructura, su función y su comportamiento. Diversos autores se refieren al bienestar como una característica individual vinculada con los efectos del genotipo y del ambiente sobre los individuos (Duncan, 1981), como un estado particular que considera la intención de "poder" hacer frente al ambiente en el que se encuentran (Broom, 1986; Zulkifli & Siegel, 1995), como la satisfacción de todas las necesidades asociadas con la buena salud y la posibilidad de reproducir los patrones de comportamiento habituales ya mencionados (Vestergaard, 1996) o como respuesta a estresores lo que presupone una redistribución de los recursos disponibles por el ave (Beilharz et al., 1993; Elrom, 2000; Siegel, 1980). Organismos como el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2015) asocian el concepto de bienestar animal con el trato humanitario brindado a los mismos, definiéndolo como "el conjunto de medidas destinadas a disminuir la tensión, el sufrimiento, los traumatismos y el dolor de los animales durante su traslado, exhibición, cuarentena, comercialización, aprovechamiento, entrenamiento y sacrificio". En el caso de la Unión Europea, la trascendencia de esta temática ha quedado plasmada en el Protocolo sobre la Protección y el Bienestar de los animales que obliga a los Estados miembros y a las instituciones europeas a considerar explícitamente esta cuestión cuando formulan y aplican las políticas comunitarias (Horgan, 2007).

Como consecuencia de la polémica instalada en diversos países acerca de la modalidad de cría de las aves, tanto de postura como para producción de carne, en condiciones de estrecho confinamiento, y de la legislación generada al respecto, como así también de la presión ejercida por los propios consumidores, estas producciones han tendido a hacerse paulatinamente menos intensivas. A ello puede agregarse que los consumidores de ciertas regiones del mundo, tales como los países del este asiático y los países europeos, están dispuestos a pagar un mayor precio por la carne de pollo de mejor sabor y mayor firmeza producida en condiciones de menor confinamiento (Fanatico & Born, 2002) bajo reglamentaciones de tipo orgánico o ecológico. Esta presión de los mercados, primero en Europa y más recientemente en los países emergentes, por alimentos más saludables llevó a repensar, en algunos aspectos, el modelo tradicional de manejo de las aves para carne (Hellmeister Filho, 2002) centrando el interés en sistemas de producción que contemplen el bienestar animal, permitan a las aves el libre acceso a espacios libres de manera tal que puedan expresar los comportamientos propios de la especie y confieran mejor calidad al producto final. Sumándose a esto, numerosas organizaciones preocupadas por el bienestar animal consideran indispensable que la industria revierta la implacable marcha iniciada hace ya décadas, a través de la disminución de la tasa de crecimiento y de un manejo prudente de la densidad de alojamiento de los lotes de aves durante la cría (Estevez, 2007) a fin de que los animales puedan expresar sus patrones habituales de conducta, resguardando su salud y vitalidad. Actualmente, las demandas de los genetistas, los consumidores y los criadores se están adaptando a este nuevo contexto, priorizan nuevos aspectos tales como calidad del producto final, la resistencia a enfermedades y el bienestar animal (Beaumont & Chapuis, 2004) y, como respuesta a las crecientes preocupaciones concernientes al tema en cuestión, comienzan a plantearse opciones productivas alternativas. En el caso de la producción avícola, los alcances del bienestar animal se extienden a todo el proceso productivo, desde el embrión hasta la obtención del producto final, sea este carne o huevo para consumo, sin circunscribirse solamente a una etapa específica como ha sido tradicionalmente el caso de la faena. Esto ha llevado a generar conciencia en todos los actores involucrados en el proceso -productores, empresarios, profesionales- acerca del impacto que el mismo tiene tanto en la salud de las aves como en relación con la salud y el bienestar de los consumidores.

Como corolario de lo expuesto, y frente al modelo productivo altamente integrado de la avicultura industrial, se han desarrollado propuestas específicas en el marco de la denominada producción orgánica, ecológica, y/o de campo (Crandal et al., 2009; Lampkin, 1997). El

mejoramiento animal para este tipo particular de modelo productivo plantea alternativas que van desde el diseño de programas completamente independientes a los utilizados en la industria con producción de biotipos especiales (Tong et al., 2014; Wang et al., 2009) hasta la integración de los híbridos comerciales convencionales a las nuevas propuestas (Połtowicz & Doktor, 2011). Los biotipos especiales mencionados, además de presentar menor tasa de crecimiento -crecimiento lento- 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 -tipo de alojamiento, densidad, tipo de alimentación- que contribuyen a deteriorar aún más la ecuación costo-beneficio. En nuestro país este tipo particular de aves, con menor velocidad de crecimiento que el parrillero comercial, es producido por unos pocos criadores particulares y, en mayor escala, por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la Sección Aves de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) “Ing. Agr. Walter Kugler” en Pergamino. A semejanza del pollo Label Rouge francés (Sauveur, 1997) y del pollo etiqueta Q de Cataluña (García Martín, 2011), el Protocolo para la certificación del pollo campero (Bonino, 1999) lo define como “un ave de crecimiento lento, alojado en semicautividad, alimentado en forma natural -con el uso restrictivo de aditivos químicos permitidos- que se faena próximo a la madurez sexual -75 días de edad como mínimo- de fenotipo con plumaje de color distinto al blanco puro y piel amarilla. Estas especificaciones garantizan un pollo de carne firme y de características organolépticas deseables por el consumidor”. El pollo campero producido por INTA, bajo la denominación genérica de Campero INTA (Canet & Terzaghi, 2003), es el resultado del cruzamiento simple entre machos de una de las tres poblaciones sintéticas paternas (sintéticas AS, AH y AH’) y hembras de una de las cinco poblaciones sintéticas maternas (A, CE, ES, DE y E) generadas por el Ing. Agr. Manuel Bonino con tal finalidad. Las versiones habitualmente disponibles de pollo Campero INTA provienen de cruzamientos simples entre dos de algunas de estas poblaciones sintéticas. 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). La población sintética paterna AH’ deriva de la población sintética AH y fue mejorada hace más de 15 años, en INTA Pergamino, por velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión con la colaboración de investigadores de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires bajo la dirección de la Dra. María Cristina Miquel (Melo et al., 2006). Si bien INTA Pergamino ofrece para la venta pollitos BB de pollo campero a potenciales interesados, es básicamente el proveedor de aves reproductoras

a los centros multiplicadores que producen pollos camperos para ser entregados en el marco del Programa Prohuerta. Estas aves son utilizadas para el autoconsumo y la eventual venta de excedentes por familias con condiciones básicas insatisfechas. Además de este destino, la cría de pollos camperos, en tanto modalidad no tradicional de base más ecológica, puede plantearse también como una alternativa 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 les resulte posible compensar el menor desempeño productivo global de este tipo de aves con mejores precios de mercado por el producto ofertado (Dottavio y Di Masso, 2010; Oliva, 2021).

La Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario se abocó desde el año 2002 a la caracterización de diferentes cruzamientos experimentales entre estirpes de razas asimiladas de aves pesadas (Cornish Blanco y Cornish Colorado) y semipesadas (Rhode Island Red y Plymouth Rock Barrada) y entre las poblaciones sintéticas maternas y paternas antes mencionadas, utilizando en todos los casos el material genético disponible en el Núcleo de la Sección Aves de INTA Pergamino (Dottavio et al., 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014).

En el devenir de este proceso, y fundamentado en la alternativa antes mencionada vinculada con el diseño de programas independientes para la producción de biotipos especiales para sistemas avícolas alternativos, se generó un cruzamiento experimental de tres vías denominado Campero Casilda que tiene como madre un cruzamiento simple entre las poblaciones sintéticas maternas A y ES, y como padre gallos de la población sintética AH'. Este es, junto con la utilización de cruzamientos dobles, uno de los esquemas clásicos empleados 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 simple entre estirpes– de la raza Cornish Blanca que aporta velocidad de crecimiento y una adecuada conformación carnicera al producto comercial. En teoría, este esquema de cruzamientos permite utilizar diferentes fuentes de variancia genética, tanto de naturaleza aditiva como no aditiva. La primera -variancia genética aditiva- en el caso de aquellos caracteres productivos considerados deseables que son mejorados por selección dentro de las diferentes poblaciones mencionadas. También utiliza la variancia aditiva implicada en el fenómeno de complementariedad entre la estirpe de la raza Cornish

Blanco utilizada como macho y la hembra F1. La segunda -variancia genética no aditiva- para caracteres reproductivos en el cruzamiento simple utilizado como madre que debe expresar una postura acorde a su función como reproductora, y para caracteres de crecimiento en la respuesta heterótica esperable en el producto del cruzamiento terminal. La decisión de implementar un cruzamiento de esta naturaleza en el caso del pollo Campero, modificando el esquema habitual de cruzamiento simple, se basó en la organización de la cría de las poblaciones sintéticas progenitoras. Estas últimas, desde que fueron generadas en 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 mantengan un buen desempeño vinculado con los caracteres asociados a la misma tales como madurez sexual, fertilidad, incubabilidad de sus huevos, etc. que, por su evidente vinculación con la eficacia biológica, presentan base genética predominantemente no aditiva por lo que se ven 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 genéticamente similares de otra procedencia. Por tal razón, el cruzamiento entre aves provenientes de las diferentes poblaciones sintéticas brinda la oportunidad de revertir mediante potenciales respuestas heteróticas, el deterioro derivado de la consanguinidad.

La caracterización de las aves derivadas de este cruzamiento de tres vías incluyó una etapa de evaluación de la productividad de las cinco poblaciones sintéticas maternas disponibles en el Núcleo Genético (Canet et al., 2018/19). Esta fue seguida, en primer término, por el estudio comparativo de las poblaciones de hembras derivadas del cruzamiento entre las sintéticas ES y A con las pertenecientes a la sintética E empleada para producir el pollo Campero INTA Tradicional con el fin de constatar la utilidad del cruzamiento en término de comportamiento reproductivo de las hembras (Canet et al., 2018). Posteriormente, los machos y las hembras del producto final se evaluaron como aves destinadas a la producción de carne bajo diferentes modalidades de manejo. Ello incluyó diferentes épocas del año (Dottavio et al., 2019a), diferentes programas de alimentación (Dottavio et al., 2019b), diferentes densidades de alojamiento (Antruejo et al., 2018b), edades de faena (Perrotta et al., 2018) y modalidad de cría mixta versus cría en sexos por separado (Antruejo et al., 2018a).

En este trabajo de tesis se plantea la caracterización zoométrica de las hembras Campero Casilda y su evaluación productiva como aves de postura, como etapa preliminar a su utilización como población base para la generación de una población sintética y, eventualmente, de una raza sintética. En relación con el primero de estos aspectos puede mencionarse que el registro de diferentes medidas corporales de las aves ha sido utilizado con distintas finalidades entre las que pueden mencionarse la relación de algunas de ellas con el peso corporal como estrategia de estimación de esta última variable de indudable trascendencia productiva en condiciones en las que no se tiene acceso a balanzas (Guçye et al., 1998; Semakula et al., 2011), en estudios vinculados con el dimorfismo sexual (Pérez et al., 2004; Badubi et al., 2006), como estrategia metodológica para caracterizar la conformación corporal (Advínculo et al., 2012, 2014; Álvarez et al., 2007; Amoroto et al., 2007, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b, 2011, 2012; Montenegro et al., 2015a, 2015b, 2016; Perrotta et al., 2016a, 2016b; Romera, 2012, Romera et al., 2013, 2015; Velázquez et al., 2014; 2015a; 2015b) y, finalmente, para caracterizar morfológicamente razas de gallinas de interés local en el marco del diseño de planes específicos para su conservación (Francesch et al., 2011; Méndez et al., 2011; Méndez Tur, 2012; Sri Rachma et al., 2013).

En relación con la segunda cuestión mencionada, el Prohuerta (<https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial/prohuerta>), en su condición de programa nacional de seguridad alimentaria “promueve el acceso a una alimentación saludable, variada y equilibrada, mediante la asistencia técnica, capacitación, acompañamiento y provisión de insumos biológicos para la producción de huertas y granjas orgánicas que posibiliten el autoconsumo a nivel familiar, escolar, comunitario e institucional, y la comercialización del excedente en ferias de economía social agroecológicas”. En el caso del Componente Aves de dicho Programa, los beneficiarios reciben pollitos BB sin sexar destinados a la producción de carne lo que implica su faena entre los 75 y los 90 días de edad, sin distinción de sexo. Sin embargo, dado que a dicha edad las aves manifiestan dimorfismo sexual (Librera et al., 2012), en ocasiones los destinatarios del Programa deciden conservar las hembras para producción de huevos y utilizar sólo los machos para producción de carne. La ampliamente descrita correlación genética negativa entre caracteres de crecimiento y caracteres reproductivos (Barbato, 1999; Chambers, 1990; Fairfull & Gowe, 1990; Kerr et al., 2001; Robinson et al., 1993) permite hipotetizar que estas hembras no presentarán un buen desempeño productivo como aves de postura. A ello se suma el hecho que el mismo Programa provee las ponedoras

semipesadas autosexantes Negra INTA y Rubia INTA con esa finalidad. Uno de los interrogantes a resolver es si resulta conveniente reservar para postura a las hembras de pollo campero o bien si dicha alternativa debe ser desalentada por los promotores del Programa Prohuerta aconsejando que se las destine a la producción de carne juntamente con los machos contemporáneos y utilizar como ponedoras a alguna de las dos variantes autosexantes mencionadas. Una segunda cuestión para considerar es que la propuesta de utilización de pollos camperos en programas de avicultura orgánica o ecológica plantea su uso como aves doble propósito (Bassler, 2005) lo que implica una vez más destinar los machos a la producción de carne y utilizar las hembras para producción de huevos. En este caso, la evaluación de la aptitud de estas hembras como ponedoras cobra importancia por sí misma, independientemente de su comportamiento relativo frente a otras alternativas en tanto contribuiría a la definición de Campero Casilda como un ave doble propósito. Por último, la estirpe de la raza asimilada semipesada Rhode Island Red mantenida en INTA Pergamino provee los machos a utilizar en los cruzamientos destinados a producir las ponedoras autosexantes antes mencionadas: Negra INTA, en cruzamiento con gallinas Plymouth Rock Barradas y Rubia INTA, en cruzamiento con gallinas Rhode Island Blanca. En ocasiones, las hembras sobrantes se distribuyen para su utilización como aves de postura por lo que resulta interesante su inclusión como grupo de referencia. El Informe sobre Reproducción y Genética elaborado 20 años atrás por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación (SAGPyA, 2003) destacaba “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)”. Entre las prioridades nacionales, y en el capítulo referido a las razas o líneas que podían 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 desarrollada desde entonces en forma conjunta por la Cátedra de Genética FCV-UNR y el INTA, en la que cabe incluir el presente trabajo de tesis, se enmarca en esa propuesta.

Entre los caracteres productivos a considerar en este tipo de aves, relevados en este estudio, se incluyen aquellos vinculados con la madurez sexual (edad y peso corporal a la puesta

del primer huevo, uniformidad y regularidad en el inicio de la postura y peso de los primeros huevos), la uniformidad del peso corporal y del peso del huevo y los patrones dinámicos de aumento de dichos pesos a lo largo del ciclo productivo, la eficiencia de conversión en huevos, los componentes mayores del huevo (proporción de yema, albumen y cáscara y relación yema:albumen) y el comportamiento de los indicadores de calidad interna en función de la edad de las aves, las curvas de postura, la forma y el tamaño de los huevos y la evolución de su clasificación comercial, la condición corporal y su relación con el valor carnicero de las aves de descarte, la proporción de cortes valiosos (pechuga y pata-muslo) y de grasa corporal a la faena y la calidad tecnológica de la carne de la pechuga.



Gallinas Campero Casilda (Fuente: Sabina Advínculo)

Objetivos

Objetivo general

Caracterizar zoométricamente y evaluar en forma integral el comportamiento productivo, en su primer ciclo de postura, de gallinas pertenecientes a un cruzamiento experimental de tres vías propuesto como ave de doble propósito para sistemas semi-intensivos que preservan el bienestar animal, en comparación con una ponedora autosexante y con una estirpe de la raza asimilada semipesada Rhode Island Red.

Objetivos particulares

- Caracterizar zoométricamente, en forma uni y multivariada, a las hembras del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda, con base en el registro a las 71 semanas de edad de 29 variables, 13 correspondientes a la cabeza y cuello y otras 16 distribuidas en el resto del cuerpo, y al valor de 11 índices derivados por cálculo a partir de algunas de dichas mediciones.

Evaluar, en la población de aves Campero Casilda:

- en forma uni y multivariada, los caracteres productivos a la madurez sexual: edad a la puesta del primer huevo, peso corporal a la puesta del primer huevo, peso del primer huevo, peso promedio de los 10 primeros huevos, número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y coeficiente de variación para el peso de los 10 primeros huevos,
- el comportamiento dinámico del peso corporal a partir del ajuste de los datos longitudinales peso corporal- edad cronológica,
- el comportamiento dinámico de la uniformidad en peso corporal a partir del valor de tres indicadores para el carácter registrados entre el nacimiento y la finalización del primer ciclo de postura,
- por período, y en forma global, el patrón de la curva de postura,
- el comportamiento dinámico del peso del huevo a partir del ajuste de los datos longitudinales peso promedio semanal del huevo versus la edad cronológica y peso promedio semanal del huevo versus la edad de postura,

- el comportamiento dinámico de la uniformidad del peso del huevo a partir del valor del coeficiente de variación del carácter registrado entre la madurez sexual y la finalización del primer ciclo de postura,

- la modificación de la clasificación comercial de los huevos por su peso (criterio cuantitativo) y por su ubicación en un clasificador comercial (criterio cualitativo) en función de las semanas de postura y de la edad cronológica,

- en forma transversal y dinámica, el comportamiento de los componentes mayores del huevo: proporción de cáscara, proporción de yema, proporción de albumen y relación yema/albumen, registrados a intervalos mensuales entre las 26 y las 70 semanas de edad,

- en forma transversal y dinámica, el comportamiento de los indicadores de la calidad del huevo: altura, diámetro e índice de yema; altura, longitud, anchura e índice de albumen, unidades Haugh y espesor de la cáscara, registrados a intervalos mensuales entre las 26 y las 70 semanas de edad,

- en forma transversal y dinámica, el comportamiento de la longitud, la anchura y la forma del huevo y de la clasificación cualitativa del índice de forma, registrados a intervalos mensuales entre las 25 y las 69 semanas de edad cronológica y en forma transversal en cinco edades de postura,

- con un enfoque transversal, la relación entre el peso corporal al inicio del ciclo de postura y la conversión en huevos (consumo acumulado/masa de huevos producida), en tres momentos (fase ascendente de la curva de postura, etapa inicial de la fase de persistencia y etapa final de la fase persistencia) y en la totalidad del ciclo de producción,

- la condición corporal a las 19, 30 y 58 semanas de edad y al finalizar el primer ciclo de postura,

- los caracteres productivos a la faena juntamente con tres indicadores de la calidad tecnológica de la carne de pechuga al finalizar el primer ciclo de postura como indicador de su potencialidad carnífera como ave de descarte,

y comparar

- el comportamiento de las diferentes variables respuestas mencionadas, a excepción de la relación de conversión en huevo, con el correspondiente a poblaciones contemporáneas de la ponedora autosexante Negra INTA y de una estirpe de la raza asimilada semipesada Rhode Island Red,
- los patrones dinámicos de modificación del peso corporal y del peso del huevo y la curva de postura con los correspondientes a dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas.



Gallinas Campero Casilda en recría (Fuente: Sabina Advínculo)

Hipótesis sustantiva

Las gallinas Campero Casilda, cruzamiento experimental de tres vías desarrollado originalmente para la producción de carne, presentan el perfil zoométrico propio de un ave doble propósito que permite diferenciarlas fenotípicamente de otras poblaciones similares como así también un comportamiento productivo, en su primer ciclo de postura, que las hacen aptas para ser utilizadas simultáneamente para la producción de carne y de huevo en sistemas de producción semi-intensivos que preservan el bienestar animal.



Gallinas Campero Casilda en producción (Fuente: Sabina Advínculo)

Material y métodos

Aves

Se utilizaron gallinas Campero Casilda [CC], cruzamiento experimental de tres vías entre machos de la población sintética paterna AH' y hembras producto del cruzamiento simple entre las poblaciones sintéticas ES como padre y A como madre.

Las poblaciones sintéticas mencionadas fueron generadas y se mantienen en el Núcleo Genético de la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria “Ing. Agr. Walter Kugler” del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, en la localidad bonaerense de Pergamino.

La composición genética de dichas poblaciones sintéticas (M. F. Bonino, comunicación personal, 1992) es: Sintética AH' (50 % Hubbard 50 % estirpe Anak grises), Sintética ES (87,5 % Cornish Colorado 12,5 % Rhode Island Red) y Sintética A (75 % Cornish Colorado 25 % Rhode Island Red), por lo que la composición genética teórica de Campero Casilda es 25 % Hubbard, 25 % Anak grises, 40 % Cornish Colorado y 10 % Rhode Island Red.

Simultáneamente se controlaron ponedoras autosexantes Negra INTA (NI: cruzamiento simple entre gallos Rhode Island Red x gallinas Plymouth Rock Barradas) y gallinas de una estirpe propia de INTA de la raza asimilada semipesada Rhode Island Red (RIR) contemporáneas, para disponer de valores promedio de referencia de dos tipos de aves de puesta que entrega el Programa Prohuerta (Figura 1).



Figura 1 - Gallinas adultas de los tres grupos genéticos evaluados. Izquierda: Campero Casilda. Centro: Negra INTA. Derecha: Rhode Island Red (Fuente: Sabina Advínculo)

Manejo general

Las aves nacieron el 5 de julio de 2017 en la sala de incubación “Alberto Terzaghi” del Núcleo Genético en Pergamino. El día del nacimiento se identificaron con banda alar numerada,

se vacunaron contra la enfermedad de Marek y se las trasladó a las instalaciones del Sector Avicultura de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, en la localidad de Casilda, provincia de Santa Fe. Hasta las 5 semanas de edad se criaron a galpón, como un único grupo, con una densidad inicial de 15 aves por m², (n: CC, ambos sexos= 300; NI, solo hembras= 45; RIR, ambos sexos= 100). A partir de la 6ª semana de vida las aves Campero Casilda expresaron el dimorfismo sexual propio de la especie lo que permitió proceder a su sexado. Los machos se descartaron y del total de hembras se eligieron al azar 104 las que fueron alojadas en jaulas individuales de recría y sometidas a una restricción alimenticia individual acorde a sus curvas de peso (Canet et al., 2012d). Las aves Negra INTA y Rhode Island Red (n= 26 por grupo) se alojaron en jaulas similares a las 8 semanas de edad cuando fue posible identificar a las hembras RIR, y se alimentaron *ad libitum*. La asignación de los individuos de los diferentes genotipos en las respectivas jaulas fue al azar e intercalando representantes de los tres grupos.

Manejo nutricional

Las aves recibieron alimento balanceado según el siguiente detalle:

- | | |
|---|----------------------|
| • Entre el nacimiento y las 8 semanas de edad | alimento Iniciador |
| • Entre las 9 y las 16 semanas de edad | alimento Crecimiento |
| • Entre las 17 y las 22 semanas de edad | alimento Prepostura |
| • A partir de las 22 semanas de edad | alimento Postura |

Composición de los alimentos

• Iniciador: 18 % de proteína, 0,9 % de calcio, 0,75 % de fósforo total, 0,47 % de fósforo disponible, 3 100 kcal de energía metabolizable (EMV), 0,78 % de metionina + cistina y 1 % de lisina;

• Crecimiento: 15,37 % de proteína, 0,90 % de calcio, 0,69 % de fósforo total, 0,37 % de fósforo disponible, 3 100 kcal de energía metabolizable (EMV), 0,60 % de metionina + cistina y 0,677 % de lisina;

• Prepostura: 16 % de proteína, 2,6 % de calcio, 0,64 % de fósforo total, 0,39 % de fósforo disponible, 3 060 kcal de energía metabolizable (EMV), 0,60 % de metionina + cistina y 0,867 % de lisina;

• Postura: 15,58 % de proteína, 3,42 % de calcio, 0,60 % de fósforo total, 0,35 % de fósforo disponible, 3 050 kcal de energía metabolizable (EMV), 0,67 % de metionina + cistina y 0,844 % de lisina.

Restricción alimenticia

El detalle de la asignación semanal de alimento a las aves Campero Casilda bajo régimen de restricción cuantitativa se resume en la Tabla 1.

Tabla 1 – Asignación semanal de alimento de gallinas Campero Casilda previa a la categorización por peso corporal	
Semana de vida	Alimento ofertado
Semana 6	50 gramos
Semana 7	50 gramos
Semana 8	56 gramos
Semana 9	56 gramos
Semana 10	56 gramos
Semana 11	60 gramos
Semana 12	60 gramos
Semana 13	60 gramos
Semana 14	65 gramos

A partir de la semana 15, con la intención de uniformar el peso corporal, el grupo de aves Campero Casilda se dividió en cuatro subgrupos. La cantidad de alimento ofertado a las aves de cada subgrupo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 – Cantidad de alimento ofrecido entre las semanas 15 y 17 de la recría a aves Campero Casilda categorizadas por su peso corporal			
Semana de vida	Más livianas	Livianas	con peso recomendado y Pesadas
Semana 15	76 g/día	72 g/día	66 g/día
Semana 16	82 g/día	80 g/día	72 g/día
Semana 17	90 g/día	86 g/día	76 g/día

- Grupo 1 - aves más livianas (aquellas que estaban un 15% por debajo del peso recomendado para la edad),
- Grupo 2 - aves livianas (aquellas que estaban un 10% por debajo del peso recomendado para la edad);
- Grupo 3 - aves con el peso recomendado para su edad
- Grupo 4 - aves pesadas (aquellas que estaban por encima del peso recomendado para la edad).

A partir de la semana 17 y hasta la semana 20 inclusive los subgrupos que diferían del peso recomendado promedio se redujeron de tres a dos según su peso corporal se encontrara por debajo (aves livianas) o por encima (aves pesadas) de dicho peso. La cantidad de alimento ofertado en ese momento se resume en la Tabla 3.

Tabla 3 – Cantidad de alimento ofrecido durante las semanas 18 a 20 de la recría a aves Campero Casilda categorizadas por su peso corporal

Semana de vida	Aves Livianas	Aves Pesadas
Semana 18	94 g/día	90 g/día
Semana 19	98 g/día	96 g/día
Semana 20	100 g/día	100 g/ día

El aumento semanal en el suministro de alimento fue, en los casos que correspondía, a razón de incrementos diarios de 2 gramos. A partir de la semana 21 se uniformó la asignación de alimento para todas las aves camperas.

Manejo sanitario

El plan sanitario fue el establecido en el protocolo respectivo (Bonino, 1997) y se resume en la Tabla 4.

Tabla 4 – Plan de vacunación

Momento	Vacuna
Día 1	Marek
Día 15	Newcastle Bronquitis + Gumboro
Día 36	Newcastle Bronquitis + Gumboro
Día 64	Laringotraqueítis
Día 76	Viruela y Encefalomiелitis + Coriza
Día 92	Cólera + Laringotraqueítis
Día 119	4 x 4
Día 141	Cólera

Manejo lumínico

El programa de manejo lumínico se resume en la Tabla 5.

Tabla 5 – Manejo lumínico

Edad (semanas)	Fecha	Amanecer	Encendido	Apagado	Atardecer	Horas de luz	Luz natural
0	07 JUL 17	8:07	2:15	23:15	18:06	21:00	9:59
1	14 JUL 17	8:06	2:45	22:45	18:10	20:00	10:04
2	21 JUL 17	8:03	3:15	22:15	18:14	19:00	10:11
3	28 JUL 17	7:58	3:30	22:00	18:18	18:30	10:20
4	04 AGO 17	7:53	3:30	21:30	18:23	18:00	10:30
5	11 AGO 17	7:47	3:30	21:00	18:28	17:30	10:41
6	18 AGO 17	7:39	3:30	20:30	18:33	17:00	10:54
7	25 AGO 17	7:31	3:30	20:00	18:38	16:30	11:07
8	01 SET 17	7:22	3:30	19:30	18:43	16:00	11:21
9	08 SET 17	7:13	3:30	19:00	18:47	15:30	11:34
10	15 SET 17	7:03	3:45	18:45	18:52	15:00	11:49
11	22 SET 17	6:54	4:30	[*]	18:57	14:30	12:03
12	29 SET 17	6:44	4:30		19:02	14:30	12:18
13	06 OCT 17	6:34	4:30		19:07	14:30	12:33
14	13 OCT 17	6:25	4:45		19:12	14:30	12:47
15	20 OCT 17	6:16	4:45		19:18	14:30	13:02
16	27 OCT 17	6:08	5:00		19:24	14:30	13:16
17	03 NOV 17	6:01	5:00		19:30	14:30	13:29
18	10 NOV 17	5:55	4:00		19:37	15:30	13:42
19	17 NOV 17	5:50	4:00		19:43	15:45	13:53
20	24 NOV 17	5:46	3:45		19:50	16:00	14:04
21	01 DIC 17	5:44	3:45		19:57	16:00	14:13
22	08 DIC 17	5:44	4:00		20:03	16:00	14:19
23	15 DIC 17	5:45	4:00		20:08	16:00	14:23
24	22 DIC 17	5:47	4:15		20:12	16:00	14:25
25	29 DIC 17	5:51	4:15		20:15	16:00	14:24
26	05 ENE 18	5:56	4:15		20:16	16:00	14:20
27	12 ENE 18	6:02	4:15		20:16	16:00	14:14
28	19 ENE 18	6:09	4:15		20:15	16:00	14:06
29	26 ENE 18	6:15	4:00		20:12	16:00	13:57
30	02 FEB 18	6:22	4:00		20:08	16:00	13:46
31	09 FEB 18	6:29	4:00		20:02	16:00	13:33
32	16 FEB 18	6:36	4:00		19:55	16:00	13:19
33	23 FEB 18	6:43	3:45		19:48	16:00	13:05
34	02 MAR 18	6:49	3:30		19:39	16:00	12:50
35	09 MAR 18	6:55	3:30		19:30	16:00	12:35

[*] Solo encienden luces, apagar a las 9 y no encender. Es mejor para las gallinas un atardecer natural, pero cubriendo las horas de luz que necesitan

Variables respuesta

1. Caracterización morfométrica

1. 1. Análisis descriptivo

A las 71 semanas de edad se registraron, en cada ave Campero Casilda, las siguientes mediciones (Francesch et al., 2011):

- Indicadores de tamaño global

1. Peso corporal (g).
2. Longitud del ave = Medida ornitológica (distancia en cm desde la punta del pico hasta el final de la cola, con el ave acostada).
3. Envergadura alar (distancia en cm entre el fin de las plumas primarias largas con las alas estiradas y manteniendo las articulaciones de las alas lo más estiradas posibles en la mesa de trabajo).

- Cabeza (Figura 2)

4. Longitud del cráneo (distancia en mm entre el hueso occipital y la inserción del pico en el cráneo, donde comienzan las plumas).
5. Anchura del cráneo (distancia en mm a nivel de los ojos).
6. Longitud de la cresta (LONCRES: distancia en mm entre la inserción de la cresta en el pico y el último lóbulo de la cresta).
7. Anchura de la cresta (ANCRES: distancia en mm desde la punta de la espina central hasta donde se inserta en el cráneo. Si el número de espinas resultó ser par se utilizó la más alta).
8. Longitud del ojo (LONOJOS: distancia en mm entre las uniones de los párpados).
9. Anchura del ojo (ANOJOS: 2ª dimensión ocular, en mm, perpendicular a la longitud, incluyendo los pliegues de los párpados).
10. Longitud del pico (LOPICO: distancia en mm desde la punta del pico hasta donde este se inserta en el cráneo).
11. Anchura del pico (ANPICO: distancia en mm medida perpendicularmente desde la inserción del pico en el cráneo hasta el fin de la mandíbula inferior).
12. Longitud de los lóbulos de la oreja (LONORE: longitud máxima, en mm, colocando la cabeza del ave perpendicular al cuello. El operador sostiene el ave colocando una mano en la pata y la otra en el cuello en el medio con su dedo índice sobre la cabeza del animal, perpendicular a la línea del cuello).

13. Anchura de los lóbulos de la oreja (ANCORE: de la misma manera que la medición anterior, mide en mm la segunda dimensión de longitud).
14. Longitud de la barbilla (LOBARB: longitud en mm desde la inserción derecha de la barbilla en el pico, sosteniendo la barbilla con una mano y dibujando una línea recta hasta el fin de esta).
15. Anchura de la barbilla (ANBARB: distancia en mm, perpendicular a la longitud).

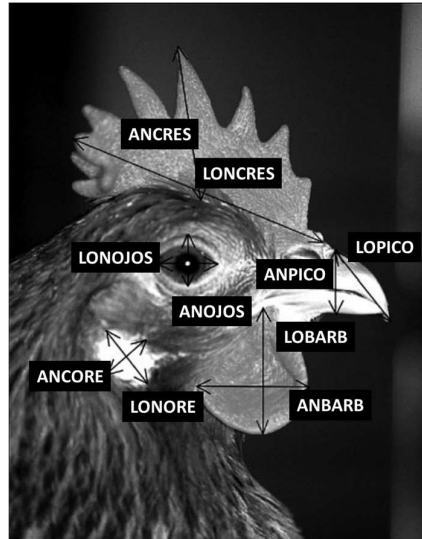


Figura 2 – Medidas morfométricas registradas en la cabeza. [Fuente: Francesch et al., 2011)].

• Cuello

16. Longitud de cuello (con el ave inmovilizada del lado izquierdo sobre la mesa de trabajo por un operador que sostiene las patas con una mano y con la otra el cuello, otro operador mide la distancia en mm entre la nuca y la inserción del cuello en el cuerpo).

• Cuerpo

17. Longitud dorsal (distancia en mm desde la inserción del cuello en el cuerpo hasta la rabadilla).
18. Longitud de la cola (distancia en cm desde la punta del rectángulo central hasta el punto donde emerge la piel).
19. Longitud de la pechuga = longitud del esternón (distancia en cm entre el vértice de la quilla del esternón y el sitio de unión de las clavículas).
20. Anchura de la pechuga (anchura del tórax en cm a la altura de la unión de las clavículas).

21. Superficie de la pechuga: $[(\text{longitud de la pechuga} \times \text{anchura de la pechuga}) / 2]$.
22. Anchura dorsal interhúmeros (distancia en cm entre los dos húmeros medidas desde sus extremidades proximales en dorsal del ave).
23. Anchura dorsal interfémures (distancia en cm entre los dos fémures medidos desde sus extremidades proximales en dorsal del ave).
24. Circunferencia corporal (longitud en cm a nivel de la porción anterior del borde del esternón, pasando por debajo de las alas y por delante de las patas).

• Extremidades

25. Longitud del muslo = longitud del fémur (distancia en cm desde la unión de la tibia con el fémur hasta la articulación coxofemoral).
26. Longitud del ala plegada (el ala debe ser doblada y apretada contra el cuerpo y medir la longitud en cm desde la articulación del carpo hasta el fin de la primaria larga).
27. Longitud del tarso-metatarso = caña (distancia en cm desde la articulación de la tibia hasta la articulación donde el dedo de la pata forma un ángulo de 90 grados con el tarso).
28. Diámetro del tarso-metatarso (en mm, desde atrás al frente, en el medio del hueso metatarsiano, sin presionar la piel).
29. Longitud de la tibia (distancia en cm desde su unión con el fémur hasta la articulación tarso-metatarsiana).
30. Longitud del dedo central del pie: (extendiendo el dedo en la mesa, longitud en mm desde la articulación metatarsiana con el dedo central hasta la inserción de la uña).

y se calcularon los siguientes índices de conformación (Índices 1 a 4; Romera, 2012):

31. Índice 1 (I1) - longitud de la tibia / longitud de la caña.
32. Índice 2 (I2) - longitud de la pechuga / anchura de la pechuga.
33. Índice 3 (I3) - anchura entre húmeros / anchura entre fémures.
34. Índice 4 (I4) - circunferencia corporal / longitud dorsal.
35. Índice 5 (I5) - $(\text{longitud corporal} \times \text{envergadura alar}) / 2$.
36. Índice 6 (I6) - longitud del cráneo / anchura del cráneo.
37. Índice 7 (I7) - longitud de la cresta / anchura de la cresta.
38. Índice 8 (I8) – longitud del ojo / anchura del ojo.
39. Índice 9 (I9) – longitud del pico / anchura del pico.

40. Índice 10 (I10) - longitud del lóbulo de la oreja / anchura del lóbulo de la oreja.

41. Índice 11 (I11) - longitud de la barbilla / anchura de la barbilla.

Análisis estadístico descriptivo

Se calcularon los estadísticos (media aritmética, desvío estándar, valor mínimo, percentilo 25, mediana, percentilo 75, valor máximo y coeficiente de variación) correspondientes a cada uno de los indicadores medidos y a las variables derivadas por cálculo a partir de los mismos.

Análisis estadístico multivariado

Se definieron los siguientes conjuntos de indicadores:

- (1) tamaño global (peso corporal, longitud corporal total y envergadura alar),
- (2) morfometría de la cabeza,
- (3) conformación corporal (longitud dorsal, longitud de la pechuga, anchura de la pechuga, anchura dorsal interfémures, anchura dorsal interhúmeros y circunferencia corporal),
- (4) extremidades (longitud del muslo, longitud del tarso, diámetro del tarso y longitud de la tibia) y
- (5) índices de conformación (Índice 1, Índice 2, Índice 3 e Índice 4).

Mediante los correspondientes análisis multivariados de componentes principales se identificaron los aportes de las fuentes de variancia asociadas con las diferentes medidas morfométricas sobre cada una de las componentes generadas por los correspondientes modelos.

Relación entre el desarrollo de los ornamentos sexuales y la base ósea

A las 30 semanas de edad se registraron los valores individuales de los cuatro indicadores vinculados con los ornamentos sexuales (longitud y anchura de la cresta y longitud y anchura de barbillas) y de cuatro indicadores de la base ósea [longitud del muslo (fémur), longitud y diámetro del tarso-metatarso (caña) y longitud de la tibia] (Costantini et al., 2018).

A partir de las mediciones efectuadas en los ornamentos sexuales se calcularon:

- el Índice de cresta [IC (mm^2) = longitud de la cresta x alto de la cresta] y
- el Índice de barbilla [IB (mm^2) = longitud de la barbilla x anchura de la barbilla].

Los datos individuales de ambos índices se graficaron en un sistema de ejes cartesianos ortogonales (X: índice de cresta; Y: índice de barbilla) el que se dividió en cuatro cuadrantes

mediante dos rectas que intersectan a los ejes de abscisas y ordenadas a nivel de los valores medios de las variables respectivas:

- Cuadrante I (CI) $> IC > IB$
- Cuadrante II (CII) $< IC > IB$
- Cuadrante III (CIII) $< IC < IB$
- Cuadrante IV (CIV) $> IC < IB$

La asociación entre ambos índices se estimó a partir del cálculo del coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson.

La distribución de las aves en los cuatro cuadrantes se evaluó con una prueba X^2 de homogeneidad.

Se identificaron las aves ubicadas en los cuadrantes I y III. El valor promedio de los cuatro indicadores óseos medidos a las 30 y a las 70 semanas, correspondientes a las aves ubicadas en dichos cuadrantes se comparó, en cada edad, con una prueba t de Student para datos independientes. En todas las comparaciones se utilizaron hipótesis alternativas unilaterales consistentes con la hipótesis biológica que plantea mayor valor promedio de los indicadores en las aves con mayores valores promedio de ambos ornamentos sexuales (Wright et al., 2007).

2. Caracteres productivos a la madurez sexual

En el momento de la madurez sexual, definida como aquel en que se produce la puesta del primer huevo (Romero et al., 2009), se registró para cada ave de cada uno de los tres grupos genéticos:

- la edad (E - días), como indicador de precocidad sexual,
- el peso corporal (PC - g),
- el peso del primer huevo (PH - g),
- el peso promedio de los 10 primeros huevos (P10 - g), como indicador más fiable del peso del huevo al inicio de la postura,
- el número de días necesarios para poner los 10 primeros huevos (N10), como indicador de regularidad en el inicio de la postura, y
- el coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos (CV 10 - %), como indicador de uniformidad en el inicio de la postura (Yi et al., 2014).

2.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

2.1.1. Análisis univariado

El efecto del grupo genético sobre el valor promedio de los cuatro primeros caracteres (E, PC, PH y P10) se evaluó con un análisis de la variancia a un único criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Dicho efecto sobre el valor mediano de N10 y CV10 se evaluó con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis acompañado de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn.

2.1.2. Análisis multivariado

Los valores de los seis caracteres registrados a la madurez sexual, en los tres grupos genéticos, se analizaron en forma conjunta con la técnica multivariada de componentes principales. A los efectos del análisis estadístico las seis componentes generadas por el modelo se consideraron como nuevas variables aleatorias y el efecto del grupo genético sobre las mismas se evaluó con un análisis de la variancia a un único criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

2.2. Caracterización de la población Campero Casilda

2.2.1. Análisis multivariado

Los datos de los seis caracteres evaluados a la madurez sexual correspondientes a las aves Campero Casilda se analizaron en forma multivariada con la técnica de componentes principales. Los valores de las dos primeras componentes principales (CP1 y CP2) se graficaron en un sistema de coordenadas cartesianas (X: CP1; Y: CP2) quedando así definidos cuatro cuadrantes numerados en sentido contrario a las agujas del reloj comenzando por el superior derecho.

Se identificaron las aves pertenecientes a los cuadrantes I y III y se compararon los valores de los seis caracteres registrados a la madurez sexual correspondientes a ambos grupos, con una prueba t de Student para datos independientes en el caso de la edad y el peso corporal a la puesta del primer huevo y del peso del primero y de los 10 primeros huevos y con la prueba U de Mann-Whitney en el caso del número de días requeridos para la puesta de los 10 primeros huevos y del coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos.

2.2.2. Ornamentos sexuales y caracteres productivos a la madurez sexual

El efecto del cuadrante de pertenencia de las aves categorizadas por el desarrollo de los ornamentos sexuales según lo mencionado en el ítem 1.2. (Relación entre el desarrollo de los ornamentos sexuales y la base ósea) sobre cuatro de los seis caracteres evaluados al momento de la puesta del primer huevo (E, PC, PH y P10) se evaluó con una prueba t de Student de comparación de medias, para datos independientes. Para los dos caracteres restantes (N10 y CV10) se utilizó la prueba U de Mann Whitney de comparación de valores medianos.

3. Patrón dinámico del peso corporal

3.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

Todas las aves se pesaron en forma individual a intervalos semanales entre el nacimiento y la finalización del ciclo a las 72 semanas de edad. Los datos longitudinales peso corporal (g) versus la edad cronológica (semanas) de cada ave se ajustaron de acuerdo con los tres criterios siguientes:

3.1.1. Período prepostura

El período previo al inicio del ciclo productivo comprendido entre el nacimiento y las 22 semanas de edad, se dividió en dos subperíodos: el primero entre el nacimiento y la semana 5ª en el que los tres grupos de aves se mantuvieron con alimentación *ad libitum* y el segundo entre las semanas 6ª y 22ª en el que las aves Campero Casilda se mantuvieron bajo régimen de alimentación restringida mientras que las dos poblaciones de aves semipesadas continuaron con libre disponibilidad de nutrientes.

3.1.1.1. Etapa nacimiento-semana 5

Los datos individuales correspondientes al primer subperíodo, registrados en una muestra de 25 aves de cada grupo genético, se ajustaron con un modelo exponencial creciente (France et al., 1996):

$$W_t = \text{Start} \exp(k_1 * t)$$

La función utilizada comienza en Start (inicio) y el valor de W_t (peso corporal en el tiempo t) aumenta exponencialmente con una tasa constante k_1 (tasa exponencial creciente) en función del tiempo t (semanas).

3.1.1.2. Etapa semana 6 a semana 22

Los datos correspondientes a las mismas aves registrados en el segundo subperíodo se ajustaron con el mismo modelo exponencial creciente en el caso de las aves Campero Casilda, mientras que los correspondientes a las aves semipesadas Negra INTA y Rhode Island Red se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Brody (Brody, 1964; Fitzhugh, 1976):

$$W_t = A (1 - B \exp (-k_2 \cdot t)),$$

dónde:

- W_t = peso corporal (g) en el tiempo t
- A = peso corporal (g) asintótico (valor de W_t cuando $t \rightarrow \infty$)
- B = constante de integración parámetro de posición sin valor biológico
- k_2 = tasa exponencial decreciente de aproximación a A
- t = edad cronológica (semanas)

La función aumenta desaceleradamente con una tasa exponencial decreciente k_2 hasta alcanzar la asíntota superior A .

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 (2 145 g) y por la Cátedra de Producción de Aves de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE (1 928 g) para reproductoras camperas, se llevó a cabo con una prueba t de Student para una única media poblacional.

3.1.2. Período de postura

Los datos de los tres genotipos correspondientes al período post-inflexión de la curva de crecimiento -etapa productiva del ciclo, entre las 20 y las 72 semanas de edad- se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Brody.

3.1.3. Ciclo completo

Los datos correspondientes al período total se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz (Fitzhugh, 1976):

$$W_t = A \exp(-B \exp(-k \cdot t))$$

dónde:

- W_t = peso corporal en el tiempo t
- A = 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)
- t = edad cronológica (días)

Los ajustes con los tres modelos mencionados -exponencial creciente, Brody y Gompertz- se llevaron a cabo por regresión no lineal y su bondad se evaluó utilizando cuatro criterios: (a) la convergencia de las iteraciones en una solución, (b) el valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado ($R^2_{aj.}$), (c) la normalidad de la distribución de los residuales con el test ómnibus de D'Agostino-Pearson y (d) la aleatoriedad de la distribución de los residuales estimada con un test de rachas o ciclos.

A los efectos del análisis estadístico los estimadores individuales de los parámetros con significado biológico de la función de Gompertz (A y k) se consideraron nuevas variables aleatorias.

3.2. Caracterización de la población Campero Casilda

Cada ave Campero Casilda se caracterizó por los valores de los estimadores de los dos parámetros con significado biológico de la función de Gompertz -peso corporal asintótico (A) y tasa de maduración para el peso corporal (k)- derivados de los ajustes correspondientes al ciclo completo. A los efectos de los análisis los valores de A y k se consideraron nuevas variables aleatorias.

3.2.1. Efecto de la edad a la madurez sexual

Las aves se distribuyeron en cuatro categorías por su edad a la madurez sexual utilizando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3. El efecto de la categoría de edad sobre el peso promedio a la puesta del primer huevo y sobre los valores de A y k se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

3.2.2. Efecto del peso corporal a la madurez sexual

Las aves se distribuyeron en cuatro categorías por su peso corporal a la puesta del primer huevo utilizando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3. El efecto de la categoría de peso corporal sobre el peso corporal promedio a la puesta del primer huevo y sobre los valores de A y k se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

3.2.3. Efecto del desarrollo de los ornamentos sexuales

El efecto del cuadrante de pertenencia de las aves categorizadas por el desarrollo de los ornamentos sexuales según lo mencionado en el ítem 1.2. (Relación entre el desarrollo de los ornamentos sexuales y la base ósea), sobre k1 (tasa exponencial creciente del periodo prepostura de crecimiento colectivo a piso comprendido entre el nacimiento y la semana 5), sobre k2 (tasa exponencial creciente del periodo prepostura de crecimiento individual en jaula con restricción en el aporte de nutrientes, comprendido entre las semanas 6 y 20) y los estimadores de los parámetros de peso corporal asintótico (A) y tasa de maduración para peso corporal (k) correspondientes al período total comprendido entre el nacimiento y las 71 semanas de edad) se evaluó con una prueba t de Student de comparación de medias para datos independientes.

3.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

Los datos peso corporal versus edad cronológica correspondientes a dos genotipos de gallinas reproductoras pesadas -Ross308® y Cobb500®- extraídos de las guías de manejo publicadas por las respectivas compañías comerciales, Aviagen (2018) y Cobb-Vantress (2016) respectivamente, se ajustaron con la función sigmoidea de Gompertz.

Los valores promedio de los estimadores con significado biológico (A y k) correspondientes a la población de aves Campero Casilda se compararon con los

correspondientes a cada una de las dos reproductoras comerciales con una prueba t de Student para una única muestra poblacional.

4. Madurez en peso corporal

Para cada semana de vida comprendida entre el nacimiento y la finalización del ciclo se calculó la madurez porcentual [Mt (%)], según la expresión:

$$Mt (\%) = (Wt/A) \times 100$$

donde: Wt es el peso promedio (g) de las aves del grupo, en la edad t (semanas) y A es su peso asintótico teórico (g) estimado a partir del ajuste de los datos peso corporal promedio-edad, con la función sigmoidea de Gompertz.

Los valores de Mt (%) se graficaron en función de la edad cronológica y las trayectorias correspondientes a los tres grupos se compararon visualmente con el fin de identificar posibles comportamientos diferenciales entre ellos.

5. Uniformidad en peso corporal

5.1. Indicadores de uniformidad

A partir de los datos consignados en las correspondientes planillas de registro semanal de peso corporal se estimó, a intervalos semanales entre las 18 y las 72 semanas de edad, la uniformidad de dicho carácter utilizando los siguientes tres indicadores:

- Coeficiente de uniformidad 1 (del 10 %) - proporción de aves incluidas en el intervalo comprendido por el peso corporal promedio del lote en cada semana $\pm$ el 10 % (Castelló Llobet et al., 1989),
- Coeficiente de uniformidad 2 (del 15%) - proporción de aves incluidas en el intervalo comprendido por el peso corporal promedio del lote en cada semana $\pm$ el 15 % (Hudson et al. 2001),
- Uniformidad interna - valor del coeficiente de variación para peso corporal (Toudic, 2009).

En cada uno de los tres casos se calculó, con fines descriptivos, el área bajo las curvas resultantes de graficar, para cada grupo genético, los valores de cada indicador en función de la edad cronológica de las aves. A continuación se identificó el par ordenado correspondiente al

pico del indicador (abscisa: edad en semanas; ordenada: valor porcentual del indicador). Para los tres indicadores, el valor del área bajo la curva correspondiente a Negra INTA y a Rhode Island Red se relativizó al valor de Campero Casilda considerado como 100 %.

5.2. Efecto de la uniformidad en peso corporal a las 22 semanas sobre caracteres productivos

A los fines de evaluar el efecto de la uniformidad del lote de aves Campero Casilda a las 22 semanas de edad sobre los caracteres productivos a la madurez sexual y sobre indicadores de desempeño productivo registrados durante el ciclo, se definieron tres condiciones diferenciales. Los pesos corporales registrados en 103 aves a la edad mencionada se dispusieron en un arreglo ordenado. Acto seguido se generaron tres grupos con diferente uniformidad:

- uniformidad baja (B: 52 aves elegidas tomando una gallina por medio desde la más liviana a la más pesada),
- uniformidad alta (A: 74 aves incluidas en el intervalo de pesos comprendido entre el peso promedio del lote $\pm 10\%$) y
- uniformidad muy alta (MA: 52 aves tomando, en un arreglo ordenado, 26 aves a cada lado del peso promedio).

5.2.1. Efecto sobre los caracteres productivos a la madurez sexual

El efecto del grado de uniformidad del lote sobre el valor promedio de la edad y el peso corporal al primer huevo y del peso del primero y de los diez primeros huevos se evaluó con un análisis de la variancia a un único criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni. Su efecto sobre el valor mediano del número de días requerido para poner los 10 primeros huevos y el coeficiente de variación del peso de esos 10 primeros huevos se evaluó con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis acompañado de la prueba de Dunn. El efecto sobre el valor del desvío estándar como medida de variabilidad relativa intragrupo se evaluó con la prueba de Brown-Forsythe.

5.2.2. Efecto sobre la masa de huevos y sus componentes

Como caracteres productivos se registró el número y el peso de todos huevos puestos por cada ave entre la madurez sexual y las 72 semanas de edad y se calculó la masa total de huevos. El efecto del grupo de pertenencia sobre el peso y la masa de huevos se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio seguido de la prueba de Bonferroni mientras que su efecto

sobre el valor mediano del número de huevos puestos se ensayó con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn.

6. Curvas de postura

Se calculó la tasa de postura a intervalos semanales entre la puesta del primer huevo y las 72 semanas de edad, según la siguiente expresión:

$$\text{Tasa de postura (\%)} = \{[(\text{número total de huevos puestos en la semana} / (\text{número de aves en el lote} \times 7))] \times 100\}.$$

6.1. Campero Casilda

Los datos correspondientes a las aves Campero Casilda se ajustaron, por regresión no lineal, en función de la edad de postura, con una generalización de la función logística propuesta por Nelder (1961, 1962):

$$Y_t = A \{[1 + \exp(-ct)]^{-d}\} * \exp(-xt)$$

donde:

- Y_t = tasa de postura a las t semanas de iniciada la misma,
- A = valor de la tasa de postura en el pico,
- c = constante de integración sin valor biológico,
- d = momento en la que la tasa de postura alcanza el pico,
- x = tasa de decaimiento de la tasa de postura una vez superado el pico,
- t = semanas de postura

6.2. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

6.2.1. Estudio comparativo del área bajo la curva de postura

Los valores de la tasa de postura correspondientes a las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red se graficaron en función de las semanas de postura. Se calculó el valor del área total bajo la curva y se identificó, para cada grupo genético, el par ordenado correspondiente al pico de postura (abscisa: edad de presentación del pico; ordenada: porcentaje de postura en el pico). Con fines comparativos, las áreas correspondientes a las curvas de postura de Negra INTA y Rhode Island Red se relativizaron al correspondiente valor relevado en Campero Casilda tomado como 100 %. Igual criterio se adoptó para comparar las tasa de postura en sus puntos máximos (picos de postura).

6.2.2. Estudio bietápico

El período total de postura se dividió en dos fases tomando como criterio el valor de la abscisa del pico de postura de cada genotipo:

- (a) fase pre-pico de postura, de naturaleza creciente y
- (b) fase post-pico de postura o fase de persistencia, de naturaleza decreciente (Advínculo et al., 2016a).

6.2.2.1. Fase previa al pico de postura

Los datos correspondientes a la etapa previa al pico de postura se ajustaron con la función sigmoidea de Gompertz (Fitzhugh, 1976):

$$Y_t = A \exp(-B \exp(-k \cdot t)),$$

dónde:

- Y_t = tasa de postura en el tiempo t ;
- A = asíntota superior (porcentaje de postura en el pico - valor de Y_t cuando $t \rightarrow \infty$)
- B = constante de integración, parámetro de posición sin valor biológico
- k = tasa de maduración (velocidad de aproximación a A)
- t = edad de postura (semanas)

6.2.2.2. Fase de persistencia de la curva de postura

Los datos correspondientes a la etapa posterior al pico de postura se ajustaron por regresión lineal. El efecto del grupo genético sobre el valor de los estimadores de los parámetros de la función lineal –ordenada al origen o altura de la recta y pendiente- se evaluó con un análisis de la covariancia.

6.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

Se compararon las áreas debajo de las curvas de postura de las aves Campero Casilda y de dos genotipos de reproductoras pesadas comerciales: Ross 308© (Aviagen, 2018) y Cobb 500© (Cobb-Vantress, 2016). Para cada grupo genético se estimó el valor del área total y el par ordenado correspondiente al pico de postura (abscisa: edad de presentación del pico; ordenada: porcentaje de postura en el pico). Con fines comparativos, las áreas correspondientes a las curvas de postura de Ross 308© y Cobb 500© se relativizaron al correspondiente valor relevado en Campero Casilda tomado como 100%. Igual criterio se adoptó para comparar las tasa de postura en sus punto máximo (pico de postura).

6.3.1. Estudio bietápico

6.3.1.1. Fase previa al pico de postura

Al igual que en la comparación con los dos grupos de ponedoras semipesadas, los datos correspondientes a la etapa previa al pico de postura se ajustaron con la función sigmoidea de Gompertz.

6.3.1.2. Fase de persistencia de la curva de postura

Los datos correspondientes a la etapa posterior al pico de postura se ajustaron por regresión lineal. El efecto del grupo genético sobre el valor de los estimadores de los parámetros de la función lineal –ordenada al origen o altura de la recta y pendiente- se evaluó con un análisis de la covariancia.

7. Patrón dinámico del peso del huevo

Se registró diariamente y en forma individual, con aproximación a la décima de gramo, el peso de los huevos puestos por todas las aves entre la madurez sexual (primer huevo) y las 72 semanas de edad.

Los datos longitudinales peso promedio del huevo (g) versus edad cronológica (semanas) se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Brody (Brody, 1964; Fitzhugh, 1976), aplicado al peso del huevo por Yoo et al., (1983) y por Minvielle et al. (1994):

$$W(t) = A * (1 - b * 2,71828 ^{-k * t})$$

donde:

- $W(t)$ = peso del huevo (g), en el tiempo t
- A = peso asintótico del huevo (g)
- b = parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico
- k = tasa de maduración para el peso del huevo (velocidad de aproximación a la asíntota)
- t = edad (semanas)

Los datos longitudinales peso promedio del huevo (g) versus edad de postura (semanas) se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Weatherup & Foster (1980) desarrollado sobre la base de un modelo sugerido por Sheldon & Podger (1974):

$$W(t) = A - B * r^t$$

donde:

- $W(t)$ = peso del huevo (g), en el tiempo t
- A = peso asintótico del huevo (g)
- B = rango del peso del huevo (g) entre $t = 0$ y A
- r = tasa de aproximación del peso del huevo al valor asintótico A
- t = edad (semanas)

La bondad de los ajustes se evaluó a partir de la convergencia de las iteraciones en una solución, del valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado y de la normalidad (prueba ómnibus de D'Agostino & Pearson) y la aleatoriedad de los residuales (test de rachas o ciclos).

7.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

7.1.1. Fase ascendente de la curva de postura

El peso promedio semanal de los huevos puestos entre el inicio de la postura y las 42 semanas de edad se ajustó en función de las semanas de postura con el modelo exponencial asintótico de Weatherup & Foster.

7.1.2. Inicio de la fase de persistencia

Se evaluó el peso promedio semanal (g) de los huevos puestos entre las 30 y las 47 semanas de edad. Considerando que el pico de postura se ubicó alrededor de la semana 30 y que el ciclo de postura se extendió hasta las 72 semanas de edad, las 17 semanas analizadas correspondieron al 40 % de las 42 semanas de persistencia teórica. Los datos peso del huevo - edad cronológica de las aves, mostraron un patrón de aumento compatible con un modelo exponencial asintótico en Negra INTA y Rhode Island Red y se ajustaron con el modelo de Brody. El análisis visual de los datos correspondientes a CC puso en evidencia un comportamiento lineal de los mismos por lo que se ajustaron por regresión lineal.

7.1.3. Etapa final de la fase de persistencia

Se evaluó el peso promedio semanal (g) de los huevos puestos por los tres grupos genéticos entre las 48 y las 72 semanas de edad lapso que corresponde al 57 % de las 42 semanas de persistencia teórica. En relación con la edad cronológica de las aves el peso del huevo mostró un patrón de aumento compatible con un modelo lineal por lo que los datos se ajustaron

utilizando un modelo de regresión lineal simple. El efecto del grupo genético sobre los estimadores de los parámetros de la función lineal se evaluó con un análisis de la covarianza.

7.1.4. Ciclo total

Los datos longitudinales peso promedio del huevo (g) versus edad de postura (semana) se ajustaron con el modelo exponencial asintótico de Weatherup & Foster. Paralelamente se estimaron los valores de los parámetros A (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) y r (tasa de maduración para peso del huevo $0 \leq r \leq 1$) a partir de los ajustes de los datos peso promedio de todos los huevos puestos por las aves Negra INTA y Rhode Island Red. A los efectos del análisis el valor promedio de los estimadores de los parámetros A, B, (A-B) y r correspondientes a Campero Casilda se trataron como nuevas variables aleatorias y se compararon con los valores de referencia correspondientes a los ajustes promedio de los pesos de los huevos puestos por las aves NI y RIR, con una prueba t de Student para una única muestra.

7.2. Caracterización de las aves Campero Casilda

7.2.1. Efecto de la edad a la madurez sexual

Las aves se discriminaron en cuatro categorías por la edad a la puesta del primer huevo tomando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3.

7.2.2. Efecto del peso corporal a la madurez sexual

Las gallinas se discriminaron en cuatro categorías por el peso corporal a la puesta del primer huevo tomando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3.

7.2.3. Efecto conjunto de la edad y el peso a la madurez sexual

Se generó un plano cartesiano que vinculó en el eje de las abscisas la edad (días) y en el eje de las ordenadas el peso corporal (g) a la puesta el primer huevo. El mismo se dividió en cuatro cuadrantes numerados en forma correlativa del I al IV comenzando por el superior derecho utilizando el valor mediano de cada indicador en cada eje.

7.2.4. Efecto del peso promedio de los diez primeros huevos

Las gallinas se discriminaron en cuatro categorías por el peso de los 10 primeros huevos, tomando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3.

7.2.5. Efecto de la regularidad en el inicio de la postura

Las gallinas se discriminaron en dos categorías (valores por debajo y por encima de la mediana) por el número de días necesarios para poner los 10 primeros huevos.

7.2.6. Efecto de la uniformidad en el inicio de la postura

Las gallinas se discriminaron en dos categorías (valores por debajo y por encima de la mediana) por el valor del coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos.

7.2.7. Efecto conjunto de la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura

Se generó un plano cartesiano que vinculó el coeficiente de variación del peso promedio de los 10 primeros huevos (%) en las abscisas y el peso promedio de los 10 primeros huevos (g) en las ordenadas. El mismo se dividió en cuatro cuadrantes numerados en forma correlativa del I al IV comenzando por el superior derecho utilizando el valor mediano de cada indicador en cada eje.

7.2.8. Efecto del peso final del huevo

Las aves se discriminaron en cuatro categorías por el peso promedio de todos los huevos puestos en las semanas 68, 69 y 70 de edad cronológica tomando como criterio el valor de los cuartiles de orden 1, 2 (mediana) y 3.

7.2.9. Efecto conjunto del peso inicial y final del huevo

Se generó un plano cartesiano que vinculó el peso promedio de los 10 primeros huevos -como indicador del peso inicial del huevo- en las abscisas y el peso promedio de los huevos puestos en las semanas 68, 69 y 70 huevos -como indicador del peso final del huevo- en las ordenadas. El mismo se dividió en cuatro cuadrantes numerados en forma correlativa del I al IV comenzando por el superior derecho utilizando el valor promedio de cada indicador en cada eje.

7.2.10. Análisis dinámico conjunto del peso del huevo y el peso corporal

Los valores de los estimadores con valor biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal versus edad cronológica [peso corporal asintótico (ASIPES) y tasa de maduración para peso corporal (MADPES)] y los correspondientes a la misma función aplicada al ajuste de los datos peso promedio del huevo versus edad cronológica [peso asintótico del huevo (ASIHUE) y tasa de maduración para peso del huevo (MADHUE)] se consideraron

nuevas variables aleatorias y se analizaron en forma conjunta, con la técnica multivariada de componentes principales. Se identificaron cuatro cuadrantes en el plano cartesiano resultante de la representación conjunta de los valores de las dos primeras componentes (abscisas: CP1 y ordenadas: CP2) los que se numeraron de I a IV comenzando por el superior derecho y avanzando en sentido contrario a las agujas del reloj. La distribución de las aves en los cuatro cuadrantes se evaluó con una prueba X^2 de independencia.

7.2.11. Efecto del desarrollo de los ornamentos sexuales

El efecto del cuadrante de pertenencia de las aves categorizadas por el desarrollo de los ornamentos sexuales según lo mencionado en el ítem 1.2. (Relación entre el desarrollo de los ornamentos sexuales y la base ósea) sobre los estimadores de la función de Weatherup & Foster se evaluó con una prueba t de Student de comparación de medias para datos independientes.

Análisis estadístico

El efecto del cuartil de pertenencia sobre los valores medianos de los estimadores de la función de W&F, en el caso de las variables edad a la madurez sexual, peso corporal a la madurez sexual, peso promedio de los 10 primeros huevos y peso promedio final del huevo, así como del cuadrante de pertenencia en los análisis conjuntos peso-edad a la madurez sexual, uniformidad-regularidad en el inicio de la postura y peso inicial y final del huevo, se evaluó con el test no paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Dunn. En el caso de las variables discriminadas en sólo dos categorías -número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos) se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

La asociación entre el peso y la edad a la madurez sexual, la uniformidad y la regularidad en el inicio de la postura y el peso inicial y final del huevo se evaluó con el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman.

La distribución de las aves en los cuadrantes generados en el caso de los análisis conjuntos (a) peso-edad a la madurez sexual, (b) uniformidad-regularidad en el inicio de la postura y (c) peso inicial y final del huevo, se evaluó con una prueba X^2 de homogeneidad.

7.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

Los datos peso promedio del huevo versus edad de postura correspondientes a dos genotipos de gallinas reproductoras pesadas -Ross308® y Cobb500®- extraídos de las guías de manejo publicadas por las respectivas compañías comerciales, Aviagen (2018) y Cobb-Vantress (2016) respectivamente, se ajustaron con la función de Weatherup & Foster.

Los valores promedio de los estimadores peso asintótico del huevo (A), rango de peso del huevo entre el inicio de la postura y la asíntota (B), tasa de maduración para peso del huevo (r) y el peso estimado promedio del primer huevo (A - B) correspondientes a la población de aves Campero Casilda se trataron como nuevas variables aleatorias y se compararon con los correspondientes a cada una de las dos reproductoras comerciales con una prueba t de Student para una única muestra poblacional.

Para los tres grupos se utilizaron los datos correspondientes a las 42 semanas de postura por ser estos los publicados para Ross308® y Cobb500®.

8. Uniformidad en peso del huevo

A partir de los datos consignados en las correspondientes planillas de registro se calculó, a intervalos semanales entre la madurez sexual y las 50 semanas de postura, la uniformidad en peso del huevo utilizando como indicador el valor del coeficiente de variación para el carácter.

Los valores del coeficiente de variación del peso semanal de los huevos puestos por las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red se graficaron en función de la edad de postura y se identificaron etapas sucesivas de comportamiento lineal del indicador.

Análisis estadístico

Los datos coeficiente de variación semanal del peso del huevo versus edad de postura correspondientes a cada una de las etapas identificadas a lo largo del ciclo productivo de las gallinas de cada grupo genético se ajustaron por regresión lineal.

9. Forma y tamaño del huevo

La forma y el tamaño de los huevos se evaluó utilizando una muestra aleatoria de 50 unidades correspondientes a cada grupo genético, recolectadas con frecuencia mensual, entre la semana 25 y la semana 69, totalizando, en consecuencia, 12 registros. Cada huevo se pesó

con aproximación a la décima de gramo y se determinó su longitud y su anchura con calibre micrométrico y aproximación a la centésima de mm (Figura 3).

Los valores individuales de ambas mediciones se utilizaron para calcular el índice de forma (IF) (Marble, 1943; Carter, 1968) de acuerdo con la siguiente expresión:

$$IF = (\text{anchura} / \text{largo}) \times 100$$

Los huevos se clasificaron por su forma de acuerdo con el siguiente criterio:

- alargada $IF < 72$
- satisfactoria $72 \leq IF \leq 76$
- redondeados $IF > 76$



Figura 3 - Registro del peso del huevo (izquierda) con balanza de precisión y de la longitud (centro) y la anchura (derecha), con calibre micrométrico (Fuente: Sabina Advínculo)

Además, de los registros a igual edad cronológica, se llevaron a cabo cinco determinaciones a igual edad de postura (diferente edad cronológica). A tal fin se consideró semana 1 a la semana en que los lotes alcanzaron el 5 % de postura. Las determinaciones se llevaron a cabo a las 11, 20, 28, 36 y 44 semanas de postura de cada grupo.

9.1. Comparaciones a igual edad cronológica

9.1. 1. Análisis transversal

El efecto del grupo genético, el momento cronológico de registro y la interacción simple entre ambos se evaluó, inicialmente, con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 12 (tres grupos genéticos por 12 períodos de registro).

En un segundo momento, el período total se dividió en cuatro subperíodos de tres semanas de duración cada uno (semanas 25, 29 y 33; semanas 37, 41 y 45; semanas 49, 53 y 57 y semanas 61, 65 y 69) a los efectos de visualizar posibles comportamientos diferenciales a lo

largo del ciclo. En cada subperíodo el efecto del grupo genético, el momento cronológico de registro y la interacción simple entre ambos se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 3 (tres grupos genéticos por tres períodos de registro).

9.1.2. Análisis dinámico

Los valores promedio de longitud, anchura y forma correspondientes a cada grupo genético se graficaron en función de la edad cronológica de las aves.

Los datos longitud promedio del huevo versus edad cronológica y anchura promedio del huevo versus edad cronológica se ajustaron por regresión no lineal con el modelo exponencial asintótico de Brody:

$$Y_t = A \cdot (1 - B \cdot 2,71828^{(-k \cdot t)})$$

dónde

Y_t = valor de la variable longitud (mm) o anchura (mm) del huevo en el tiempo t

A = valor asintótico de la variable longitud o anchura del huevo (valor de Y_t cuando t tiende a ∞)

B = parámetro de posición (constante de integración) sin valor biológico que ajusta la función para valores iniciales de $t \neq 0$

k = tasa de maduración (velocidad de aproximación al valor asintótico A)

t = tiempo en semanas

La bondad de los ajustes se evaluó con base a cuatro criterios: la convergencia de las iteraciones en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) y la normalidad y el comportamiento aleatorio de los residuales (test ómnibus de D'Agostino & Pearson y test de rachas o ciclos, respectivamente).

Los datos índice de forma del huevo versus edad cronológica se ajustaron por regresión lineal. La bondad del ajuste se evaluó a partir del valor del coeficiente de determinación lineal (R^2) y la comparación de los estimadores de los parámetros de la función lineal se llevó a cabo con un análisis de la covarianza.

9.2. Comparaciones a igual edad de postura

El efecto del grupo genético, la edad de postura y la interacción simple entre ambos se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 5 (tres grupos genéticos por cinco edades de postura).

10. Componentes mayores del huevo

Entre las 26 y las 70 semanas de edad se extrajeron, a intervalos regulares de cuatro semanas (total: 12 registros), muestras aleatorias de 15 huevos de cada grupo genético.

Luego de registrar su peso, cada huevo se rompió cuidadosamente a fin de preservar la integridad de cada uno de sus componentes y se procedió a separar la yema del albumen. La chalaza de la yema se retiró haciendo rodar a esta última sobre una hoja de papel absorbente. Se registró el peso de la yema y el peso de la cáscara de cada huevo con aproximación a la centésima de gramo. El peso de la cáscara se registró, luego de su limpieza interna, utilizando papel absorbente y tras un período de 24 horas de secado al aire libre. El peso del albumen se obtuvo por diferencia entre el peso total del huevo y el peso de la yema más el peso de la cáscara. La proporción (%) de cada componente (cáscara, yema y albumen) se calculó como:

$$\text{Proporción componente (\%)} = (\text{peso del componente} / W1) \times 100.$$

La relación yema: albumen se calculó como el cociente entre el peso de la yema y el peso del albumen.

10.1. Análisis transversal

El efecto del grupo genético, el momento cronológico de registro y la interacción simple entre ambos se evaluó, inicialmente, con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 12 (tres grupos genéticos por 12 períodos de registro).

En un segundo momento, el período total se dividió en cuatro subperíodos de tres semanas de duración cada uno (semanas 25-29-33; semanas 37-41-45; semanas 49-53-57 y semanas 61-65-69) a los efectos de visualizar posibles comportamientos diferenciales a lo largo del ciclo. En cada subperíodo el efecto del grupo genético, el momento cronológico de registro y la interacción simple entre ambos se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 3 (tres grupos genéticos por tres períodos de registro).

10.2. Análisis dinámico

Los datos de la proporción promedio de yema y de la relación promedio yema:albumen, ambos en función de la edad, se ajustaron por regresión no lineal, con el modelo exponencial asintótico de Brody $Y_t = A \cdot (1 - B \cdot 2,71828^{(-k \cdot t)})$,

dónde:

Y_t = valor de la proporción de yema o de la relación yema:albumen en el tiempo t ,

A = valor asintótico de la proporción de yema o de la relación yema:albumen (valor de Y_t cuando t tiende a ∞),

B = parámetro de posición (constante de integración) sin valor biológico que ajusta la función para valores iniciales de $t \neq 0$,

k = tasa de maduración (velocidad de aproximación al valor asintótico A) y

t = edad cronológica en semanas.

Los datos de la proporción promedio de albumen en función de la edad se ajustaron por regresión no lineal, con un modelo exponencial decreciente

$$Y_t = \text{Span} \cdot 2,71828^{(-k \cdot t)} + \text{Plateau}$$

Dónde, Y_t = valor de la proporción de albumen en el tiempo t . El valor inicial de la proporción de albumen es igual a $\text{Span} + \text{Plateau}$ y decrece hasta el valor de Plateau con una tasa constante k .

La bondad de los ajustes se determinó en base a la convergencia de las iteraciones en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) y la normalidad y aleatoriedad de la distribución de los residuales evaluadas con el test ómnibus de D'Agostino & Pearson y con un test de rachas o ciclos, respectivamente.

11. Calidad interna del huevo

Entre las 26 y las 70 semanas de edad se extrajeron, a intervalos regulares de cuatro semanas (total: 12 registros), muestras aleatorias de 15 huevos de cada grupo genético.

En cada huevo se registró:

- el peso (g)
- la longitud (mm)

- la anchura (mm)
- el espesor de la cáscara
- la altura de la yema
- el diámetro mayor de la yema (Diámetro 1)
- el diámetro menor de la yema (Diámetro 2)
- la altura del albumen denso (mm)
- la longitud del albumen (mm)
- la anchura del albumen (mm)

La altura de la yema, sus diámetros mayor y menor, la altura del albumen denso, la longitud del albumen (medida sobre el diámetro mayor) y la anchura del albumen (medida sobre el diámetro menor) se determinaron luego de romper el huevo y dejar caer su contenido sobre una superficie plana y horizontal, corroborando dicha horizontalidad con ayuda de un nivel. La altura de la yema se midió en el punto más alto de la misma. La altura del albumen se determinó en el punto medio entre el borde la yema y el borde del albumen denso (Albrecht et al., 2012). El diámetro mayor y el diámetro menor de la yema, la longitud del albumen y la anchura del albumen se midieron con calibre. El espesor de la cáscara se midió con calibre y aproximación a la décima de mm en tres puntos a lo largo de la línea media de la misma (región ecuatorial) y se asignó, a cada huevo, el valor promedio de las tres mediciones.

Se calculó:

- el índice de la yema (%)

$$IYe (\%) = (\text{altura de la yema} / \text{diámetro promedio de la yema}) \times 100.$$

- el índice de albumen (%):

$$Ialb (\%) = \{ \text{altura del albumen} / [(\text{longitud albumen} + \text{anchura albumen}) / 2] \} \times 100$$

- las unidades Haugh

$$UH = 100 \log (H - 1,7W^{10,37} + 7,57), \text{ o como } UH = 100 \log (H - 1,7 W^{10,37} + 7,57)$$

dónde W= peso del huevo y H= altura del albumen denso.

Análisis estadístico

Análisis transversal

El efecto del grupo genético, del período de registro y de la interacción entre ambos sobre los indicadores de calidad de los componentes mayores del huevo se evaluó, en primera

instancia, sobre el ciclo total con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 12×3 (12 edades de registro $\times$ 3 grupos genéticos). A continuación, el ciclo total de 12 meses se subdividió en cuatro subperíodos de tres meses con la finalidad de detectar comportamientos particulares no evidentes en el estudio del ciclo total y los efectos antes mencionados se evaluaron, en cada subperíodo, con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3×3 (tres edades de registro $\times$ tres grupos genéticos).

Análisis dinámico

Los valores de cada uno de los indicadores de calidad interna se graficaron en función de la edad cronológica de las aves, cada patrón dinámico se asoció con un modelo matemático y se procedió a su ajuste por regresión no lineal o por regresión lineal simple según el siguiente detalle: función exponencial asintótica de Brody (altura de la yema, diámetro de la yema, longitud del albumen, anchura del albumen, peso del huevo, superficie del huevo y peso relativo del huevo), función exponencial decreciente (altura del albumen, índice de albumen y Unidades Haugh) y función lineal (índice de yema y espesor medio de la cáscara).

La bondad de los ajustes no lineales se evaluó a partir de la convergencia de las iteraciones en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal R^2 ajustado, la aleatoriedad (test de rachas) y la normalidad (test ómnibus de D'Agostino & Pearson) de la distribución de los residuales.

La bondad de los ajustes lineales se evaluó con el valor del coeficiente de determinación lineal (R^2), la aleatoriedad (test de rachas) y la normalidad (test ómnibus de D'Agostino & Pearson) de la distribución de los residuales.

12. Evolución de la clasificación comercial de los huevos

12.1. Caracterización de las aves Campero Casilda

A partir de los datos consignados en las planillas de postura se evaluó la evolución de la clasificación comercial de los huevos puestos por las aves Campero Casilda (porcentaje de huevos en cada grado o categoría) entre las 25 y las 72 semanas de edad, en función de la edad cronológica, según dos criterios:

(a) Clasificación cuantitativa

Los huevos se clasificaron en seis categorías de acuerdo con su peso según el siguiente detalle:

- Grado 1S Extra Pesado > 68 gramos por unidad
- Grado 1 Pesado > 62 y hasta 68 gramos por unidad
- Grado 2 Mediano > 54 y hasta 62 gramos por unidad
- Grado 3 Liviano > 48 y hasta 54 gramos por unidad
- Grado 4 Muy Liviano > 42 y hasta 48 gramos por unidad
- Grado 5 Extra Liviano ≤ 42 gramos por unidad



(b) Clasificación cualitativa

Los huevos se clasificaron en cinco categorías de acuerdo con su ubicación en un clasificador comercial, según el siguiente detalle:

- Categoría 1 Extra Grande
- Categoría 2 Grande
- Categoría 3 Mediano
- Categoría 4 Chico
- Categoría 5 Extra Chico



Para cada criterio clasificatorio:

(a) la proporción de huevos en cada categoría se graficó en función de la edad cronológica a los fines de identificar los patrones de modificación temporal a lo largo del ciclo y

(b) se procedió a calcular el área absoluta bajo las curvas y la proporción de área correspondiente a cada categoría relativa al valor de la sumatoria de todas las áreas y se identificaron el par ordenado correspondiente a la ubicación del valor máximo para cada categoría y la edad mínima y máxima de presentación de la misma.

12.2. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

El efecto del genotipo sobre la modificación de la clasificación comercial de los huevos en las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red se evaluó, utilizando tanto el criterio cuantitativo como el criterio cualitativo, sobre una muestra aleatoria de 100 huevos de cada grupo genético:

(a) a igual edad cronológica - semanas 32, 40, 48 y 60

(b) a igual edad de postura - semanas 20, 28, 36, 44.

En ambos casos la asociación entre la categoría cuantitativa o cualitativa de tamaño y el grupo genético se evaluó para cada edad cronológica y para cada edad de postura con una prueba X^2 de homogeneidad.

13. Relación de conversión en huevos

Con base en el conocimiento del consumo individual de cada ave Campero Casilda establecido por el modelo de restricción (oferta y consumo diario: 146 g; consumo acumulado semanal: 1022 g), y el registro del número y el peso de los huevos puestos, se calculó la relación de conversión en huevos (consumo acumulado/masa de huevos producida) en once períodos del ciclo, de acuerdo con el siguiente detalle:

- Período 1: 25-28 semanas
- Período 2: 29-32 semanas
- Período 3: 33-36 semanas
- Período 4: 37-40 semanas
- Período 5: 41-44 semanas
- Período 6: 45-48 semanas
- Período 7: 49-52 semanas
- Período 8: 53-56 semanas
- Período 9: 57-60 semanas
- Período 10: 61-64 semanas
- Período 11: 65-68 semanas

Dado que el consumo individual fue una variable prefijada por el modelo de restricción igual para todas las aves, y tomando en consideración las diferencias de peso corporal y la dinámica tanto del número de huevos como del peso de los mismos a lo largo de la postura, se evaluó la relación entre el peso corporal al inicio del ciclo y la conversión de alimento en masa

de huevos en tres períodos consecutivos del ciclo y en la totalidad del mismo. Para ello, a partir del arreglo ordenado de los pesos individuales registrados a las 25 semanas de edad se eligieron las 20 aves más livianas y las 20 más pesadas (media aritmética $\pm$ error estándar - Bajo peso inicial: $2408 \pm 27,4$ g; Alto peso inicial: $2945 \pm 30,4$ g; $t = 13,09$, $P < 0,0001$).

Se definieron tres etapas:

- Etapa 1: fase ascendente y pico de la curva de postura Períodos 1, 2 y 3
- Etapa 2: inicio de la fase de persistencia Períodos 4, 5, 6 y 7
- Etapa 3: final de la fase de persistencia Períodos 8, 9, 10 y 11

a las que se sumó el análisis correspondiente al ciclo total (Períodos 1 al 11 inclusive).

13.1. Análisis transversal

El efecto del peso corporal y el período de registro sobre la relación de conversión en huevo, la masa de huevos y los componentes de esta última (número de huevos y peso del huevo) se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un diseño completamente aleatorizado con un experimento factorial 2×11 (dos categorías de peso por 11 períodos de registro) para el ciclo total, con un experimento factorial 2×3 (dos categorías de peso x tres períodos de registro) en la Etapa 1 y con un experimento factorial 2×4 (dos categorías de peso x cuatro períodos de registro) en las Etapas 2 y 3.

13.2. Análisis dinámico

La trayectoria total resultante de graficar los valores de la masa de huevos producida en función de las semanas de postura presentó dos etapas de naturaleza lineal comportamiento que se corroboró mediante un test de rachas o ciclos. Los datos experimentales se ajustaron por regresión lineal simple y el efecto de la categoría de peso inicial de las aves sobre los estimadores de los parámetros de las rectas de regresión se evaluó con un análisis de la covariancia.

De igual manera, los datos relación de conversión versus edad de postura, mostraron a partir de la 4ª semana un patrón dinámico compatible con un modelo lineal creciente por lo que se ajustaron por regresión lineal simple y el efecto del grupo de aves sobre el valor de las pendientes y ordenadas al origen se evaluó con un análisis de la covariancia.

14. Condición corporal

La condición corporal de la totalidad de las aves de cada uno de los tres grupos genéticos se evaluó a las 19, 30, 58 y 70 semanas de edad utilizando la técnica de Gregory & Robins (1998). La misma consiste en sostener de ambas patas del ave con una mano y la cabeza hacia abajo y, con la palma de la otra mano, palpar la protuberancia de la quilla y el desarrollo de los músculos pectorales a ambos lados del borde ventral de la misma, relevando la convexidad o concavidad de la pechuga (Figura 4).



Figura 4 – Maniobras de palpación asociadas a la determinación de la condición corporal (Fuente: Zulma Canet)

Las aves se categorizaron en base al siguiente criterio (Figura 5):

- Score 0 - borde prominente de la quilla con una cobertura limitada de músculo y concavidad del músculo de la pechuga a lo largo de la quilla
- Score 1 - mayor desarrollo del músculo de la pechuga que no se presenta cóncavo sino con un contorno plano

- Score 2 - el músculo de la pechuga muestra un contorno ligeramente convexo
- Score 3 - muestra una pechuga bien desarrollada y convexa

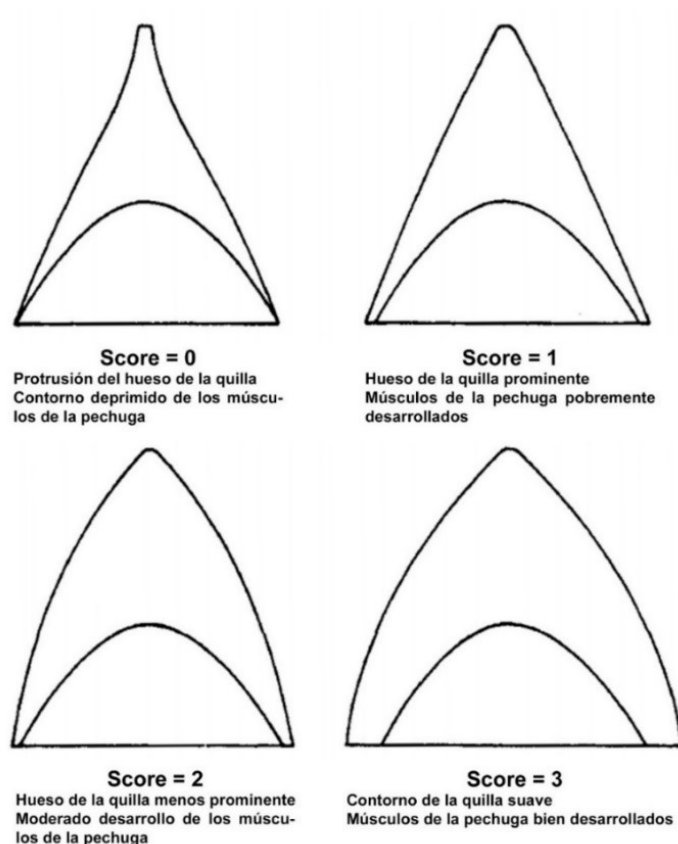


Figura 5 – Descripción esquemática de la categorización de la condición corporal propuesta por Gregory & Robins (1998)

14.1. Análisis transversal

La asociación entre el grupo genético y la categoría de condición corporal en cada una de las cuatro edades del ciclo se evaluó con una prueba X^2 de homogeneidad.

En las aves Campero Casilda se evaluó, además, el efecto de la tasa de crecimiento prepostura sobre la condición corporal a las 19 semanas y el efecto de la categoría de condición corporal en esa edad sobre los caracteres productivos a la madurez sexual.

14.2. Crecimiento prepostura y condición corporal temprana

Para la evaluación del efecto de la tasa de crecimiento prepostura sobre la condición corporal a las 19 semanas de edad se calculó el aumento medio semanal de peso corporal (AMS) de cada polla entre el inicio de la restricción de alimento (semana 5ª) y el momento de evaluación de la condición corporal (semana 19ª). Las aves se clasificaron por su AMS en cuatro categorías utilizando para tal fin los valores de los cuartiles de orden 1, orden 2 (mediana) y orden 3. La homogeneidad de la distribución de las aves con diferente categoría de condición corporal en cada uno de los cuatro grupos discriminados por su AMS se evaluó con una prueba X^2 .

14.3. Condición corporal temprana y caracteres productivos a la madurez sexual

El efecto de la categoría de condición corporal de las aves Campero Casilda a las 19 semanas de edad sobre el valor promedio de la edad (días) y el peso corporal (g) a la puesta del primer huevo y el peso (g) del primero y de los 10 primeros huevos se evaluó con un análisis de la variancia a un único criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Bonferroni, mientras que para su evaluación sobre el número de días necesarios para poner los 10 primeros huevos (indicador de regularidad en el inicio de la postura) y el coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos (indicador de uniformidad en el tamaño del huevo al inicio de la postura) se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn.

15. Caracteres a la faena

A las 72 semanas, y luego de un ayuno de 12 horas, se sacrificaron 11 aves Campero Casilda representativas de las dos categorías de condición corporal con mayor frecuencia (Categorías 2 y 3) juntamente con 11 aves Negra INTA y 11 aves Rhode Island Red también elegidas al azar entre aquellas que presentaron la condición más frecuente (Categoría 1). Las aves se insensibilizaron por dislocación cervical luego de lo cual se procedió a efectuar un corte neto de las venas yugulares con posterior sangrado hasta paro cardíaco por hipovolemia.

En cada ave, se determinó:

- el peso vivo prefaena (g)
- el peso eviscerado (g)
- el peso de la pechuga con hueso (g)
- el peso de la pata-muslo derecha (g)

- el peso de la pata derecha (g)
- el peso del muslo derecho (g)
- el peso de las alas (g)
- el peso de las garras
- el peso de la carcasa (g)
- el peso del panículo graso abdominal (g)

Se calculó la proporción de cada componente relativizando el peso de este al peso eviscerado:

$$\text{Proporción del componente (\%)} = (\text{Peso del componente} / \text{peso eviscerado}) \times 100$$

El efecto del grupo experimental -genotipo y categoría de condición corporal -sobre los caracteres a la faena se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

16. Calidad tecnológica de la carne de pechuga de las gallinas de descarte

Luego de su faena a las 72 semanas de edad, y con base en la clasificación por su condición corporal a las 70 semanas, se extrajo una muestra de pechuga a 11 aves Campero Casilda de Categoría 2, 11 aves Campero Casilda de Categoría 3, 11 aves Negra INTA de Categoría 1 y 11 aves Rhode Island Red de Categoría 1.

Las muestras fueron acondicionadas en bolsas de polietileno de 1º uso, congeladas inmediatamente a -20 °C y remitidas al Laboratorio de Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Nordeste, para la determinación de tres atributos de calidad de la carne: la capacidad de retención de agua (CRA), las pérdidas por cocción (PPC) y la fuerza de corte o terneza, utilizando a tal fin los métodos analíticos convencionales de la American Meat Science Association (AMSA).

El valor de la capacidad de retención de agua se obtuvo por la técnica de compresión que determina el agua expulsada por una muestra de carne ubicada entre dos placas de vidrio al aplicarle presión mediante tornillos de ajuste. El agua expulsada se determinó por cálculo del área del papel de filtro.

La pérdida por cocción representa la diferencia en peso de la muestra, antes y después de la cocción, expresada como porcentaje del peso de la muestra inicial.

La ternura se determinó registrando la fuerza máxima de corte, utilizando un analizador de textura (Stable Micro Systems TA-XT2i, Reino Unido) con célula Warner Blatzler. Los filetes fueron cocinados individualmente en bolsas plásticas herméticas en agua a 100°C hasta una temperatura interna de 71°C. Una vez alcanzada esta temperatura se colocaron en un baño de agua y hielo ($1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), durante 15 min para detener el aumento de esta. Finalmente, de cada muestra cocida se extrajeron cuatro cilindros de 1,30 cm de diámetro, en forma paralela al eje longitudinal de las fibras musculares.

Análisis estadístico

El efecto del grupo experimental -genotipo y categoría de condición corporal -sobre los caracteres a la faena se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Resultados

1. Caracterización morfométrica

1.1. Tamaño global

1.1.1. Análisis descriptivo

La Tabla 6 presenta los estadísticos descriptivos correspondientes a tres indicadores de conformación asociados al tamaño global de las aves. La variabilidad en peso corporal superó en más del doble la variabilidad relativa (coeficiente de variación) observada en las dos medidas morfométricas lineales.

Tabla 6 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Indicadores de tamaño corporal global

	Promedio	DE	Mínimo	25%	Mediana	75%	Máximo	CV %
PESCOR	3419	335,4	2626	3233	3410	3675	4188	9,81
LONTOT	46,2	1,79	42,0	45,0	46,0	47,5	50,0	3,87
ENALAR	71,1	2,56	65,0	70,0	71,3	73,0	77,0	3,60

PESCOR: peso corporal (g).

LONTOT: longitud total (distancia en cm desde la punta del pico hasta el final de la cola con el ave acostada)

ENALAR: envergadura alar (distancia en cm entre el fin de las plumas primarias largas con las alas estiradas y manteniendo las articulaciones de las alas lo más estiradas posibles en la mesa de trabajo).

1.1.2. Análisis multivariado

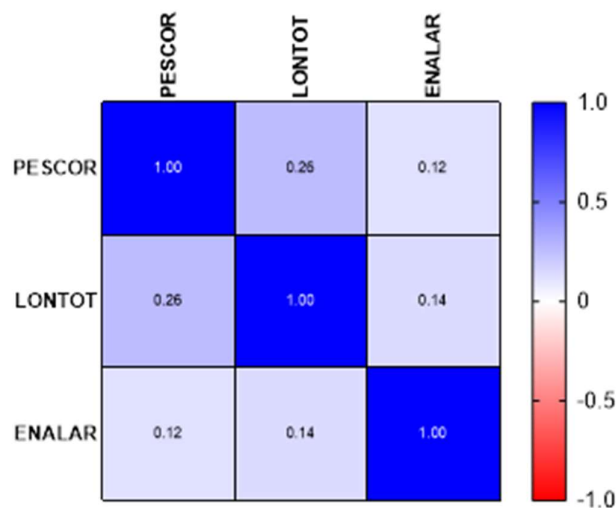


Figura 6 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre los indicadores de tamaño global de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

La Figura 6 presenta la matriz de correlaciones entre los indicadores de tamaño global introducidos en el modelo. Solo se observó asociación estadísticamente significativa entre el peso corporal y la longitud total ($r=0,26$; $p=0,011$).

Las Tablas 7, 8 y 9 resumen los resultados del análisis de componentes principales.

Tabla 7 - Tamaño global: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las tres componentes principales y variancia acumulada

Componente	Denominación	Variancia explicada	Variancia acumulada
Primera componente principal	CP1	45,2 %	45,2 %
Segunda componente principal	CP2	30,2 %	75,4 %
Tercera componente principal	CP3	24,6 %	100,0 %

Tabla 8 - Tamaño global: Valores propios correspondientes a las tres componentes generadas por el modelo

	CP1	CP2	CP3
PESCOR	0,6200	-0,3832	0,6847
LONTOT	0,6367	-0,2641	-0,7244
ENALAR	0,4585	0,8851	0,0803

Tabla 9 - Tamaño global: Correlación entre las tres componentes principales y las variables originales

	CP1		CP2		CP3	
	r	R ²	r	R ²	r	R ²
PESCOR	0,721	0,521	-0,365	0,133	0,588	0,346
LONTOT	0,741	0,550	-0,252	0,063	-0,622	0,387
ENALAR	0,534	0,285	0,843	0,710	0,069	0,005

r - coeficiente de correlación lineal de Pearson

R² – coeficiente de determinación lineal

La primera componente principal (CP1) se asoció en forma positiva y significativa con los tres indicadores de tamaño corporal total, particularmente con el peso corporal y la longitud corporal en tanto incluyó el 52,1 % y el 55,0 % de la varianza de estos dos indicadores, respectivamente, en comparación con el 28,5 % de la variación en envergadura alar. A mayor valor de la componente corresponden aves más pesadas, de mayor longitud corporal total y, en menor medida, de mayor envergadura alar (Componente Tamaño armónico).

La segunda componente principal (CP2) se asoció en forma positiva y significativa con la envergadura alar e incluyó el 71,0 % de la variación de este indicador. A mayor valor de la componente corresponden aves de mayor envergadura alar (Componente Alas).

La tercera componente principal (CP3) se asoció en forma positiva y significativa con el peso corporal y en forma significativa y negativa con la longitud corporal total e incluyó similar proporción de la variancia de ambos indicadores (34,6 % y 38,7 %, respectivamente). Esta componente no mostró asociación con la envergadura alar. A mayor valor de la misma corresponden aves más pesadas, de menor longitud corporal total (Componente Conformación).

1.2. Cabeza

1.2.1. Análisis descriptivo

Tabla 10 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Cabeza

	Promedio	DE	Mín	25%	Mna	75%	Máx	CV %
LOCRA	4,07	0,298	3,52	3,87	4,08	4,30	4,76	7,33
ANCRAN	3,26	0,122	3,01	3,17	3,26	3,34	3,60	3,75
LOCRES	6,60	0,552	5,54	6,19	6,60	6,88	7,98	8,37
ANCRES	3,39	0,524	2,25	3,05	3,37	3,68	4,94	15,5
LONOJO	1,62	0,119	1,40	1,54	1,61	1,69	1,94	7,38
ANOJOS	1,06	0,083	0,91	0,98	1,07	1,11	1,27	7,81
LOPICO	3,88	0,176	3,37	3,75	3,90	4,00	4,27	4,55
ANPICO	1,46	0,168	1,10	1,34	1,46	1,58	1,88	11,5
LONORE	1,76	0,259	1,09	1,59	1,75	1,90	2,40	14,7
ANCORE	2,31	0,402	1,08	2,03	2,28	2,58	3,33	17,4
LOBARB	2,51	0,308	1,79	2,31	2,48	2,75	3,25	12,2
ANBARB	3,11	0,455	2,03	2,80	3,07	3,42	4,68	14,6

- LOCRA: Longitud de cráneo (distancia en mm entre el hueso occipital y la inserción del pico en el cráneo, donde comienzan las plumas)
- ANCRAN: Anchura de cráneo (distancia en mm a nivel de los ojos)
- LOCRES: Longitud de cresta (distancia en mm entre la inserción de la cresta en el pico y el último lóbulo de la cresta)
- ANCRES: Anchura de cresta (distancia en mm desde la punta de la espina central hasta donde se inserta en el cráneo. Si el número de espinas resultó ser par se utilizó el más alto)
- LONOJO: Longitud del ojo (distancia en mm entre las uniones de los párpados)
- ANOJOS: Anchura del ojo (2ª dimensión ocular, en mm, perpendicular a la longitud, incluyendo los pliegues de los párpados)
- LOPICO: Longitud de pico (distancia en mm desde la punta del pico hasta donde éste se inserta en el cráneo)
- ANPICO: Anchura de pico (distancia en mm medida perpendicularmente desde la inserción del pico en el cráneo hasta el fin de la mandíbula inferior)
- LONORE: Longitud de los lóbulos de la oreja (longitud máxima, en mm, colocando la cabeza del ave perpendicular al cuello. El operador sostiene el ave colocando una mano en la pierna y la otra en el cuello en el medio con su dedo índice sobre la cabeza del animal, perpendicular a la línea del cuello)
- ANCORE: Anchura de los lóbulos de la oreja (de la misma manera que la medición anterior, mide en mm la segunda dimensión de longitud)
- LOBARB: Longitud de la barbilla (longitud en mm desde la inserción derecha de la barbilla en el pico, sosteniendo la barbilla con una mano y dibujando una línea recta hasta el fin de esta)
- ANBARB: Anchura de la barbilla (distancia en mm, perpendicular a la longitud)

La Tabla 10 resume los estadísticos descriptivos correspondientes a doce indicadores morfométricos registrados en la cabeza. La mayor variabilidad relativa correspondió a la anchura de los lóbulos de la oreja (17,4 %) y la menor a la anchura del cráneo (3,75 %).

1.2.2. Análisis multivariado

La Figura 7 presenta la matriz de correlaciones entre los 12 caracteres introducidos en el modelo.

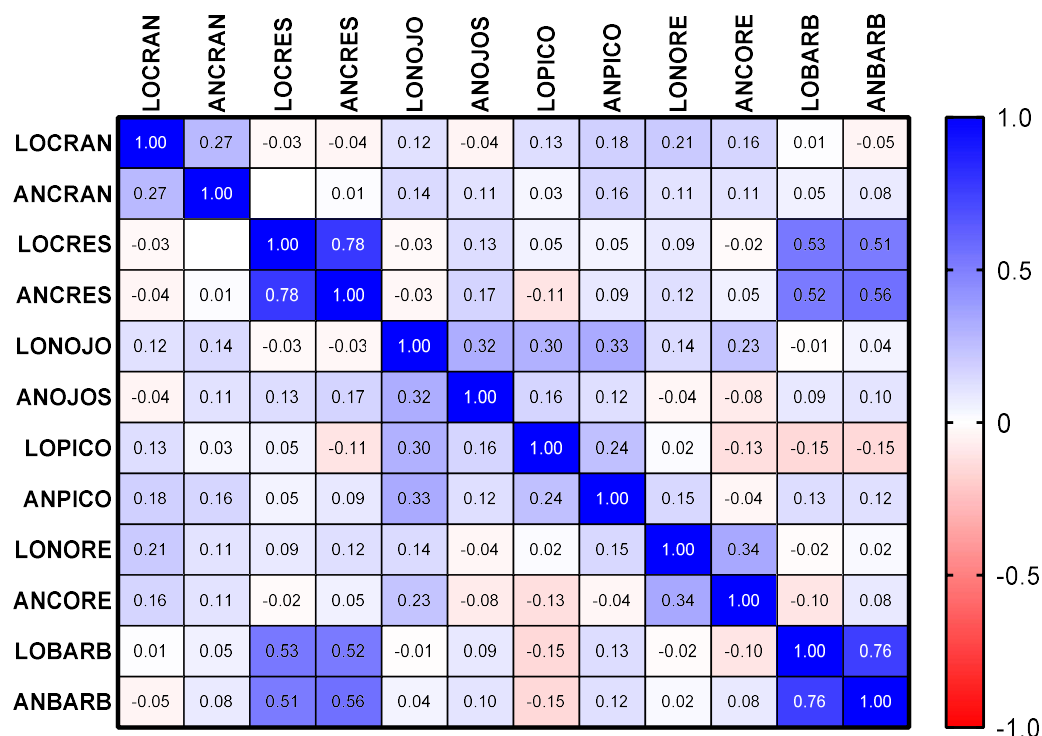


Figura 7 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre los caracteres morfométricos de la cabeza de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Todas las asociaciones brindaron evidencia de desarrollo armónico en tanto ninguna de las que presentaron signo negativo mostró significado estadístico. La longitud del cráneo se asoció en forma positiva y significativa con la anchura del cráneo ($r=0,27$; $p=0,008$) y con la longitud de los lóbulos de la oreja ($r=0,21$; $p=0,047$). La longitud de la cresta se asoció en forma positiva y significativa ($p<0,0001$) con la anchura de la cresta ($r=0,78$) y con la longitud ($r=0,53$) y la anchura ($r=0,51$) de la barbilla. La longitud del ojo se asoció en forma positiva y significativa con la anchura del ojo ($r=0,32$; $p=0,002$), la longitud ($r=0,30$; $p=0,003$) y la

anchura del pico ($r= 0,33$; $p= 0,001$) y con la anchura de los lóbulos de la oreja ($r= 0,23$; $p= 0,026$). La longitud del pico se asoció positiva y significativamente ($r= 0,24$; $p= 0,018$) con la anchura del pico. La longitud de los lóbulos de la oreja se asoció positiva y significativamente ($r= 0,34$; $p= 0,001$) con la anchura de los mismos. La longitud de la barbilla se asoció positiva y significativamente ($r= 0,76$; $p< 0,0001$) con la anchura de la misma.

Las Tablas 11, 12 y 13 resumen los resultados del análisis de componentes principales.

Tabla 11 - Cabeza: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las 12 componentes principales y variancia acumulada

Componente	Denominación	Variancia explicada	Variancia acumulada
Primera componente principal	CP1	24,2 %	24,2 %
Segunda componente principal	CP2	16,7 %	40,9 %
Tercera componente principal	CP3	12,4 %	53,3 %
Cuarta componente principal	CP4	8,9 %	62,2 %
Quinta componente principal	CP5	8,1 %	70,3 %
Sexta componente principal	CP6	7,0 %	77,3 %
Séptima componente principal	CP7	5,9 %	83,2 %
Octava componente principal	CP8	5,3 %	88,5 %
Novena componente principal	CP9	4,5 %	93,0 %
Décima componente principal	CP10	3,6 %	96,6 %
11ª y 12ª componentes principales	CP11 y 12	3,4 %	100,0 %

Tabla 12 - Cabeza: Valores propios correspondientes a las seis primeras componentes generadas por el modelo

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
LARCRA	0,0035	- 0,3640	0,2541	- 0,4900	0,1574	-0,2258
ANCRAN	- 0,0604	- 0,3244	0,1286	- 0,4827	- 0,4801	- 0,2979
LARCRE	- 0,4819	0,0556	- 0,0396	0,0865	0,2661	-0,3300
ANCRES	- 0,4975	0,0585	0,0419	0,1279	0,1419	- 0,2417
LONOJO	- 0,0392	- 0,5028	- 0,1722	0,3341	- 0,1967	0,2614
ANCOJO	- 0,1358	- 0,2277	- 0,4133	0,2872	- 0,4412	- 0,3533
LARPIC	0,0597	- 0,3472	- 0,4164	0,0224	0,4567	- 0,2229
ANCPIC	- 0,1176	- 0,4099	- 0,1896	- 0,2046	0,2170	0,5414
LARORE	- 0,0703	- 0,3084	0,4413	0,2306	0,3206	- 0,0887
ANCORE	- 0,0204	-0,2390	0,5547	0,4070	- 0,1705	0,0633
LARBAR	-0,4823	0,0891	- 0,0311	- 0,2114	- 0,0818	0,2604
ANCBAR	- 0,4912	0,0492	0,0494	- 0,0553	- 0,1620	0,2781

Tabla 13 - Cabeza: Correlación entre las dos primeras componentes principales y las variables originales

	CP1		CP2	
	r	R ²	r	R ²
LARCRA	0,006	0,000	- 0,516	0,266
ANCRAN	- 0,103	0,011	- 0,465	0,216
LARCRE	- 0,822	0,675	0,082	0,007
ANCRES	- 0,848	0,720	0,089	0,008
LONOJO	- 0,067	0,004	- 0,713	0,508
ANCOJO	- 0,232	0,054	- 0,307	0,094
LARPIC	0,102	0,010	- 0,488	0,238
ANCPIC	- 0,201	0,040	- 0,581	0,337
LARORE	- 0,120	0,014	- 0,423	0,179
ANCORE	- 0,035	0,001	- 0,341	0,116
LARBAR	- 0,822	0,676	0,126	0,016
ANCBAR	- 0,837	0,701	0,071	0,005
LARCRA				

r - coeficiente de correlación lineal de Pearson
R² – coeficiente de determinación lineal

La primera componente principal (CP1) explicó el 24,2 % de la variancia, se asoció en forma negativa y significativa con las variables vinculadas con las dimensiones de los ornamentos sexuales (cresta y barbilla) e incluyó aproximadamente el 70 % de la varianza de estos cuatro indicadores. A mayor valor de la componente corresponden aves con menor longitud y anchura tanto de la cresta como de la barbilla (Componente Ornamentos).

La segunda componente principal (CP2) explicó el 16,7 % de la variancia y se asoció en forma negativa y significativa con el resto de las variables morfométricas de la cabeza. Todas ellas presentaron el mismo signo lo que permitió caracterizarla como una variable de desarrollo armónico. A mayor valor de la componente corresponden aves con menores dimensiones de la cabeza -longitud y anchura del cráneo- y de los ojos, pico y lóbulos de la cabeza (Componente Tamaño).

1.3. Cuerpo

1.3.1. Análisis descriptivo

En la Tabla 14 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a nueve indicadores morfométricos registrados en el cuello y en el cuerpo.

Tabla 14 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad.
Cuello y cuerpo

	Promedio	DE	Mín	25%	Mna	75%	Máx	CV %
LONCUE	14,7	0,97	13,0	14,0	14,5	15,1	17,5	6,60
LONDOR	40,0	1,85	35,5	38,5	40,0	41,0	44,0	4,62
LOCOLA	3,18	0,292	2,50	3,00	3,00	3,50	4,00	9,18
LOPECH	14,5	0,53	13,4	14,1	14,5	14,9	15,8	3,65
ANPECH	7,44	0,655	6,01	7,06	7,46	7,83	9,08	8,80
SUPECH	54,1	5,63	41,1	50,2	54,1	57,8	67,2	10,4
ANINHU	8,43	0,446	7,50	8,00	8,50	8,50	10,00	5,29
ANINFE	11,0	0,59	9,00	10,5	11,0	11,5	12,5	5,38
CIRCOR	37,4	1,44	33,5	36,5	37,3	38,5	40,5	3,86

• LONCUE: Longitud de cuello (con el ave inmovilizada del lado izquierdo sobre la mesa de trabajo por un operador que sostiene las piernas con una mano y con la otra el cuello, otro operador mide la distancia en mm entre la nuca y la inserción del cuello en el cuerpo)

• LONDOR: Longitud dorsal (distancia en mm desde la inserción del cuello en el cuerpo hasta la rabadilla)

• LOCOLA: Longitud de la cola (distancia en cm desde la punta del rectángulo central hasta el punto donde emerge la piel)

• LOPECH: Longitud de la pechuga (distancia en cm entre el vértice de la quilla del esternón y el sitio de unión de las clavículas - coincide con la longitud del esternón)

• ANPECH: anchura del tórax (distancia en cm a la altura de la unión de las clavículas)

• SUPECH: Superficie de la pechuga ($[(\text{longitud de la pechuga} \times \text{anchura de la pechuga}) / 2]$, en cm^2)

• ANINHU: Anchura dorsal interhúmeros (distancia en cm entre los dos húmeros medidas desde sus extremidades proximales en dorsal del ave)

• ANINFE: Anchura dorsal interfémures (distancia en cm entre los dos fémures medidas desde sus extremidades proximales en dorsal del ave)

• CIRCOR: Circunferencia corporal (longitud en cm a nivel de la porción anterior del borde del esternón, pasando por debajo de las alas y por delante de las patas)

1.3.2. Análisis multivariado

El modelo incluyó seis de las nueve variables. Se excluyeron del análisis la longitud del cuello, la longitud de la cola (por tratarse de variables que no contribuyen a la conformación del ave) y la superficie de la pechuga (por incluirse en el modelo las dos variables que participan de su cálculo: la longitud y la anchura de la pechuga).

La Figura 8 presenta la matriz de correlaciones entre los seis caracteres introducidos en el modelo. Solo tres de las asociaciones estimadas presentaron significado estadístico: la longitud de la pechuga con la anchura de la pechuga ($r= 0,29$; $p= 0,005$), la anchura dorsal interhúmeros con la anchura dorsal interfémures ($r= 0,37$; $p< 0,001$) y la anchura dorsal interfémures con la circunferencia corporal ($r= 0,36$; $p< 0,001$). Las tres correlaciones presentaron signo positivo. La longitud dorsal no mostró asociación significativa con ninguna de las restantes medidas morfométricas registradas en el cuerpo.

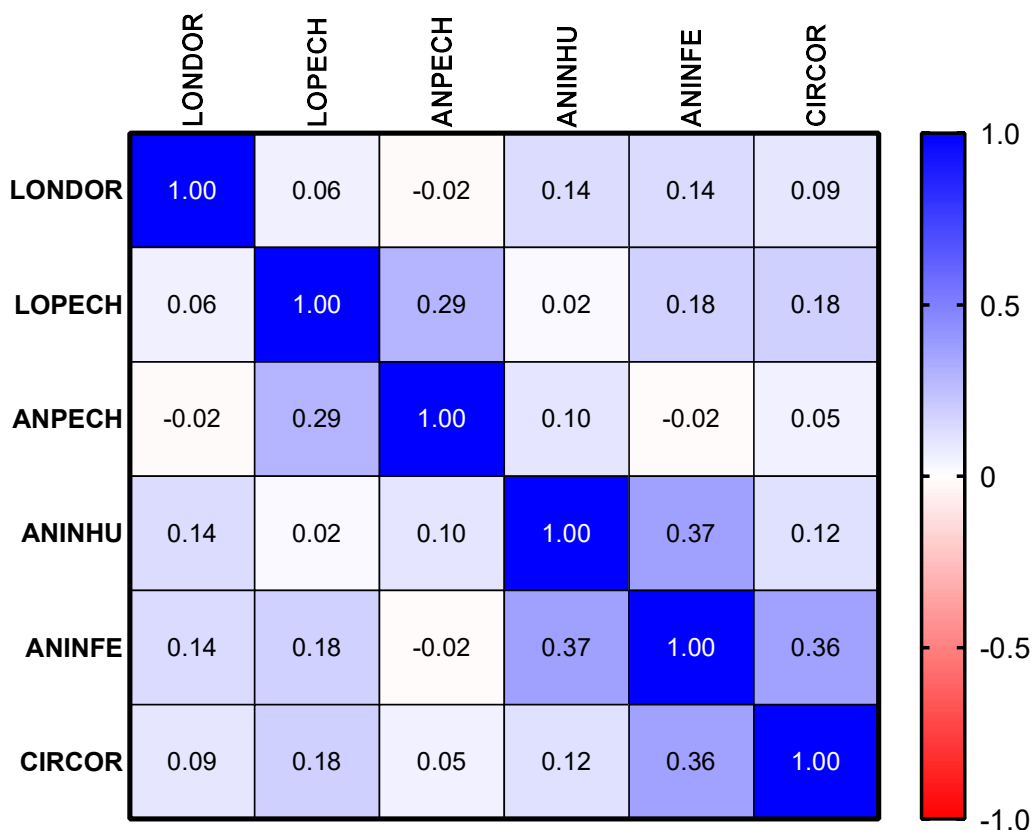


Figura 8 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre caracteres morfométricos correspondientes al cuerpo de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Las Tablas 15, 16 y 17 resumen los resultados del análisis de componentes principales.

Tabla 15 - Cuerpo: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las seis componentes principales y variancia acumulada

Componente	Denominación	Variancia explicada	Variancia acumulada
Primera componente principal	CP1	29,3 %	29,3 %
Segunda componente principal	CP2	20,3 %	49,6 %
Tercera componente principal	CP3	15,6 %	65,2 %
Cuarta componente principal	CP4	15,2 %	80,4 %
Quinta componente principal	CP5	11,3 %	91,7 %
Sexta componente principal	CP6	8,3 %	100,0 %

Tabla 16 - Cuerpo: Valores propios correspondientes a las seis componentes principales generadas por el modelo

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6
LONDOR	- 0,2662	- 0,2612	- 0,6357	0,6644	- 0,1134	0,0495
LOPECH	- 0,3625	0,5728	0,0688	0,2721	0,6128	- 0,2937
ANPECH	- 0,2080	0,6865	- 0,3266	- 0,2304	- 0,4720	0,3208
ANINHU	- 0,4407	- 0,2529	- 0,3813	- 0,5961	0,0491	- 0,4886
ANINFE	- 0,5746	- 0,2578	0,2077	- 0,1382	0,2676	0,6852
CIRCOR	- 0,4796	- 0,0442	0,5440	0,2387	- 0,5611	- 0,3166

Tabla 17 - Cuerpo: Correlación entre las seis componentes principales y las variables originales

	LONDOR	LOPECH	ANPECH	ANINHU	ANINFE	CIRCOR
CP1	r= - 0,353 R ² = 0,124	r= - 0,481 R ² = 0,231	r= - 0,275 R ² = 0,076	r= - 0,584 R ² = 0,342	r= - 0,762 R ² = 0,580	r= - 0,636 R ² = 0,405
CP2	r= 0,288 R ² = 0,083	r= - 0,632 R²= 0,399	r= - 0,757 R²= 0,573	r= 0,279 R ² = 0,078	r= 0,284 R ² = 0,081	r= 0,049 R ² = 0,002
CP3	r= - 0,616 R²= 0,379	r= 0,067 R ² = 0,004	r= - 0,316 R ² = 0,100	r= - 0,369 R ² = 0,136	r= 0,201 R ² = 0,040	r= 0,527 R²= 0,277
CP4	r= 0,635 R²= 0,403	r= 0,260 R ² = 0,068	r= - 0,220 R ² = 0,049	r= - 0,570 R²= 0,325	r= - 0,132 R ² = 0,017	r= 0,228 R ² = 0,052
CP5	r= - 0,093 R ² = 0,009	r= 0,506 R²= 0,256	r= - 0,389 R ² = 0,152	r= 0,040 R ² = 0,002	r= 0,221 R ² = 0,049	r= - 0,463 R²= 0,214
CP6	r= 0,065 R ² = 0,001	r= - 0,207 R ² = 0,043	r= 0,225 R ² = 0,051	r= 0,344 R²= 0,118	r= 0,482 R²= 0,232	r= - 0,223 R ² = 0,050

r - coeficiente de correlación lineal de Pearson

R² - coeficiente de determinación lineal

La primera componente principal (CP1) explicó el 29,3% de la variancia y se asoció con signo negativo y en forma significativa con las seis variables introducidas en el modelo. Es decir que, a mayor valor de esta componente corresponde menor valor de todas las medidas lineales registradas, y viceversa (Componente Tamaño).

La segunda componente principal (CP2) explicó el 20,3% de la variancia y se asoció, principalmente, con signo negativo y en forma significativa con la longitud y la anchura de la pechuga. A mayor valor de esta componente corresponden pechugas cortas y angostas (Componente Pechuga).

La tercera componente principal (CP3) explicó el 15,6% de la variancia y se caracterizó básicamente por su asociación significativa con la longitud dorsal y la circunferencia corporal pero, a diferencia de lo observado en el caso de la primera componente dichas asociaciones

presentaron diferente signo: negativo en el caso de la longitud dorsal y positivo en el caso de la circunferencia corporal. Es decir que a mayor valor de CP3 las aves son más cortas y con mayor circunferencia corporal (Componente Conformación I).

La cuarta componente principal (CP4) explicó una proporción de la variancia total similar a CP3 (15,2%) y se caracterizó básicamente por su asociación positiva y significativa con la longitud dorsal y negativa y significativa con la anchura dorsal interhúmeros. A mayor valor de CP4 las aves son más largas y con menor distancia entre los húmeros, es decir, más angostas hacia craneal (Componente Conformación II).

La quinta componente principal (CP5) explicó el 11,3 % de la variancia total y se asoció positiva y significativamente con la longitud de la pechuga y en forma negativa y significativa con la circunferencia corporal. A mayor valor de CP5 aves con pechugas largas y menor circunferencia corporal (Componente Conformación III).

Por último, la sexta componente principal (CP6) explicó el 8,3 % de la variancia total y se asoció positiva y significativamente tanto con la anchura dorsal interhúmeros como interfémures. A mayor valor de CP6 aves más anchas vistas desde arriba (Componente anchura dorsal).

1.4. Extremidades

1.4.1. Análisis descriptivo

Tabla 18 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Extremidades

	Promedio	DE	Mín	25%	Mna	75%	Máx	CV %
LONMUS	10,18	0,461	9,23	9,85	10,18	10,58	11,26	4,53
LONALA	23,9	0,90	21,0	23,0	24,0	24,5	26,0	3,76
LONTAR	9,43	0,377	8,36	9,20	9,42	9,68	10,4	4,00
DIATAR	1,21	0,057	1,09	1,17	1,20	1,24	1,36	4,74
LONTIB	13,5	0,46	12,1	13,2	13,5	13,8	15,0	3,40
LODEDO	7,76	0,643	6,21	7,38	7,66	8,20	9,69	8,28

- LONMUS: Longitud del muslo (desde la unión de la tibia con el fémur hasta la articulación coxofemoral).
- LONALA: Longitud del ala plegada (desde la articulación del carpo hasta el fin de la primaria larga, con el ala doblada y apretada contra el cuerpo).
- LONTAR: Longitud del tarso (desde la articulación de la tibia hasta donde el dedo de la pata forma un ángulo de 90 grados con el tarso).
- DIATAR: Diámetro de tarso (desde atrás al frente, en el medio del hueso metatarsiano, sin presionar la piel).
- LONTIB: Longitud de la tibia (desde su unión con el fémur hasta la articulación tarso metatarsiana).
- LODEDO: Longitud del dedo medio (extendiendo el dedo sobre una superficie plana, desde la articulación metatarsiana con el dedo central hasta la inserción de la uña).

La Tabla 18 resume los estadísticos descriptivos correspondientes a los seis indicadores morfométricos registrados en las extremidades. La mayor variabilidad relativa correspondió a la longitud del dedo central (8,28 %). El resto de los indicadores mostraron similares valores del coeficiente de variación.

1.4.2. Análisis multivariado

La Figura 9 describe la matriz de correlaciones entre los cuatro de los seis caracteres introducidos en el modelo (no se consideraron ni la longitud del ala plegada ni la longitud del dedo central).

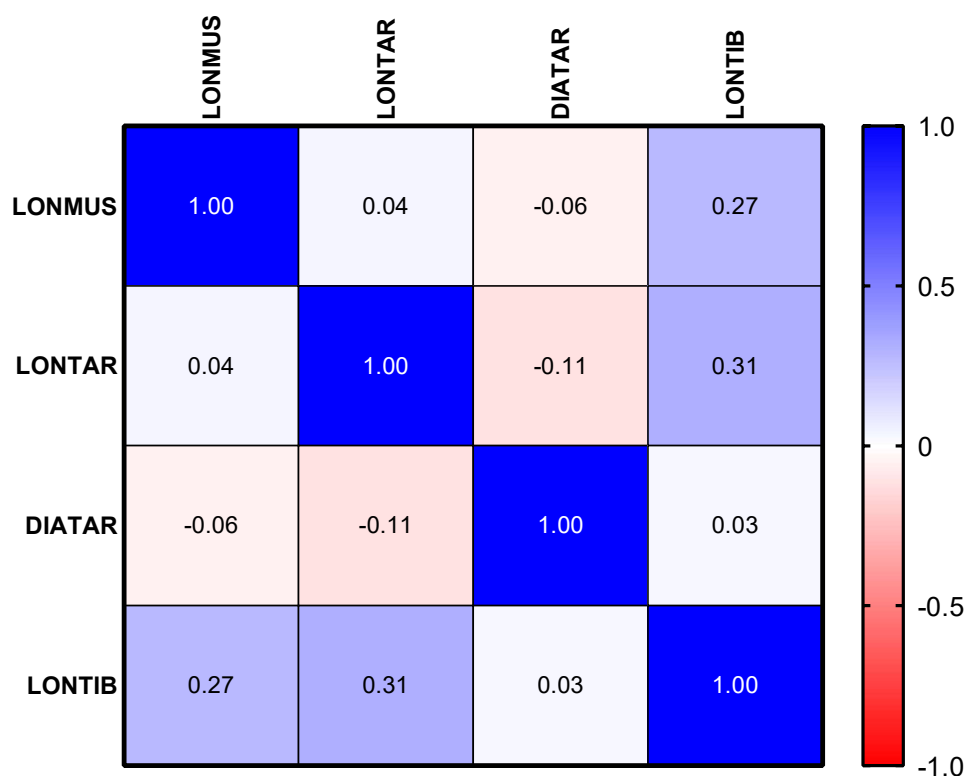


Figura 9 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre cuatro caracteres morfométricos correspondientes a las extremidades de aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Solo se observaron asociaciones significativas entre la longitud del muslo y la longitud de la tibia ($p= 0,008$) y entre la longitud del tarso y la longitud de la tibia ($p= 0,002$), ambas de signo positivo.

Las Tablas 19, 20 y 21 presentan los resultados del análisis de componentes principales.

Tabla 19 - Extremidades: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las cuatro componentes principales y variancia acumulada

Componente	Denominación	Variancia explicada	Variancia acumulada
Primera componente principal	CP1	36,0 %	36,0 %
Segunda componente principal	CP2	25,8 %	61,8 %
Tercera componente principal	CP3	23,7 %	85,5 %
Cuarta componente principal	CP4	14,5 %	100,0 %

Tabla 20 - Extremidades: Valores propios correspondientes a las cuatro componentes principales generadas por el modelo

	CP1	CP2	CP3	CP4
LONMUS	- 0,4761	0,2871	0,7139	0,4258
LONTAR	- 0,5503	- 0,3117	- 0,5605	0,5347
DIATAR	0,1550	0,8695	- 0,3961	0,2511
LONTIB	- 0,6682	0,2537	- 0,1389	- 0,6854

Tabla 21 - Extremidades: Correlación entre las cuatro componentes principales y las variables originales

	LONMUS	LONTAR	DIATAR	LONTIB
CP1	r= - 0,572 R²= 0,327	r= - 0,661 R²= 0,437	r= 0,186 R ² = 0,035	r= - 0,803 R ² = 0,644
CP2	r= 0,292 R ² = 0,085	r= - 0,316 R ² = 0,100	r= 0,883 R²= 0,780	r= 0,258 R ² = 0,067
CP3	r= 0,695 R²= 0,483	r= - 0,546 R²= 0,298	r= - 0,386 R ² = 0,149	r= - 0,135 R ² = 0,018
CP4	r= 0,323 R ² = 0,104	r= 0,407 R ² = 0,166	r= 0,192 R ² = 0,037	r= - 0,520 R ² = 0,271

r - coeficiente de correlación lineal de Pearson

R² – coeficiente de determinación lineal

La primera componente principal (CP1) explicó el 36 % de la variancia y se asoció con signo negativo y en forma significativa con las tres variables de longitud ósea. Es decir que, a mayor valor de esta componente corresponde menor valor de todas las medidas lineales registradas en el muslo (fémur), en el tarso y en la tibia, y viceversa (Componente desarrollo óseo).

La segunda componente principal (CP2) explicó el 26% de la variancia y se asoció, positiva y significativamente con el diámetro del tarso. A mayor valor de esta componente corresponden aves con tarsos más gruesos (Componente Diámetro óseo).

La tercera componente principal (CP3) explicó el 24 % de la variancia y relacionó en forma inversa las longitudes del muslo (fémur) y el tarso. A mayor valor de CP3 las aves presentan muslos (fémures) más largos y tarsos más cortos.

La cuarta componente principal (CP4) explicó el 15 % de la variancia total y se asoció en forma positiva y significativa con la longitud del muslo (fémur) y del tarso y negativa y significativa con la longitud de la tibia. A mayor valor de CP4 las aves presentan muslos (fémures) y tarsos más largos y tibias más cortas.

Mientras que CP1 es un indicador de desarrollo armónico (igual signo de las correlaciones con las tres longitudes óseas), CP3 y CP4 representan dos indicadores de desarrollo no armónico (correlaciones con diferente signo) en relación con los huesos de las extremidades.

1.5. Índices morfométricos

1.5.1. Análisis descriptivo

La Tabla 22 resume los estadísticos descriptivos correspondientes a los once índices morfométricos calculados a partir de combinaciones de las medidas lineales. La mayor variabilidad relativa correspondió al Índice 10 (18,37 %) que relaciona la longitud y la anchura del lóbulo de la oreja y la menor al Índice 1 (4,51 %) que vincula dos mediciones de la base ósea.

1.5.2. Análisis multivariado

La Figura 10 describe la matriz de correlaciones entre los cuatro índices incluidos en el modelo. Solo se observó una asociación marginalmente significativa entre los Índices 1 y 4 ($r = -0,20$; $p = 0,059$), de signo negativo.

Las Tablas 23, 24 y 25 presentan los resultados del análisis de componentes principales.

Tabla 22 - Descripción morfométrica de gallinas Campero Casilda a las 71 semanas de edad. Índices zoométricos

	Promedio	DE	Mín	25%	Mna	75%	Máx	CV %
I 1	1,133	0,0647	1,241	1,400	1,440	1,467	1,601	4,51
I 2	1,963	0,1696	1,561	1,843	1,938	2,054	2,375	8,64
I 3	0,7696	0,0462	0,6522	0,7391	0,7727	0,8095	0,8889	6,00
I 4	0,9369	0,0543	0,8391	0,8979	0,9309	0,9744	1,1130	5,80
I 5	1643	93,2	1463	1575	1639	1712	1906	5,67
I 6	1,250	0,0907	1,041	1,188	1,243	1,319	1,474	7,25
I 7	1,975	0,2141	1,532	1,843	1,927	2,100	2,596	10,84
I 8	1,537	0,1359	1,264	1,451	1,531	1,612	1,939	8,84
I 9	2,683	0,3024	1,957	2,496	2,661	2,841	3,664	11,27
I 10	0,7694	0,1414	0,5201	0,6551	0,7399	0,8719	1,113	18,37
I 11	0,8177	0,0816	0,6644	0,7667	0,8152	0,8700	1,0710	9,98

- I 1: Índice 1 - longitud de la tibia / longitud del tarso
- I 2: Índice 2 - longitud de la pechuga / anchura de la pechuga
- I 3: Índice 3 - anchura entre húmeros / anchura entre fémures
- I 4: Índice 4 - circunferencia corporal / longitud dorsal
- I 5: Índice 5 - (longitud corporal x envergadura alar) / 2
- I 6: Índice 6 - longitud del cráneo / anchura del cráneo
- I 7: Índice 7 - longitud de la cresta / anchura de la cresta
- I 8: Índice 8 - longitud del ojo / anchura del ojo
- I 9: Índice 9 - longitud del pico / anchura del pico
- I 10: Índice 10 - longitud del lóbulo de la oreja / anchura del lóbulo de la oreja
- I 11: Índice 11 - longitud de la barbilla / anchura de la barbilla

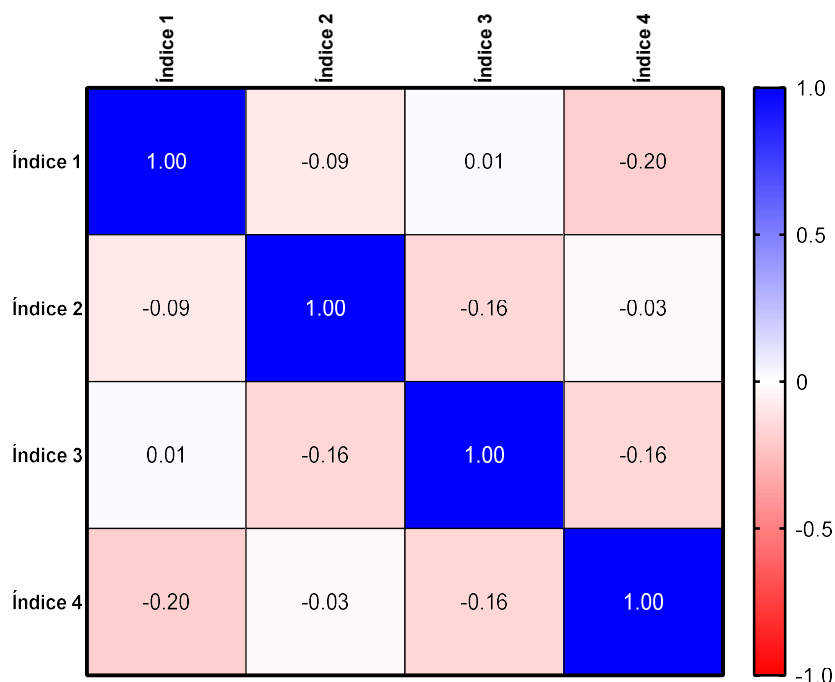


Figura 10 - Matriz de correlaciones (coeficiente de Pearson) entre índices morfométricos correspondientes a aves Campero Casilda de 71 semanas de edad

Tabla 23 - Índices morfométricos: Proporción de la variancia total explicada por cada una de las cuatro componentes principales y variancia acumulada

Componente	Denominación	Variancia explicada	Variancia acumulada
Primera componente principal	CP1	32,5 %	32,5 %
Segunda componente principal	CP2	26,7 %	59,2 %
Tercera componente principal	CP3	23,7 %	82,9 %
Cuarta componente principal	CP4	17,1 %	100,0 %

Tabla 24 - Índices morfométricos: Valores propios correspondientes a las cuatro componentes principales generadas por el modelo

	CP1	CP2	CP3	CP4
Índice 1	0,5064	- 0,3964	0,6080	- 0,4656
Índice 2	- 0,3722	- 0,6732	- 0,4647	- 0,4386
Índice 3	0,5254	0,4146	- 0,5499	- 0,4997
Índice 4	- 0,5736	0,4667	0,3347	- 0,5841

Tabla 25 - Índices morfométricos: Correlación entre las cuatro componentes principales y las variables originales

	Índice 1	Índice 2	Índice 3	Índice 4
CP1	r= 0,577 R²= 0,333	r= - 0,425 R ² = 0,180	r= 0,599 R²= 0,359	r= - 0,654 R²= 0,428
CP2	r= - 0,409 R ² = 0,168	r= - 0,695 R²= 0,483	r= 0,428 R ² = 0,183	r= 0,482 R ² = 0,232
CP3	r= 0,587 R²= 0,345	r= - 0,418 R ² = 0,174	r= - 0,514 R ² = 0,265	r= 0,277 R ² = 0,077
CP4	r= - 0,390 R ² = 0,152	r= - 0,373 R ² = 0,139	r= - 0,400 R ² = 0,160	r= - 0,473 R ² = 0,224

r - coeficiente de correlación lineal de Pearson

R² - coeficiente de determinación lineal

La primera componente principal (CP1) explicó el 32,5 % de la variancia y se asoció en forma positiva y significativa con los índices 1 y 3 y con signo negativo con los índices 2 y 4, principalmente con el segundo de ellos. Es decir que, a mayor valor de esta componente corresponde mayor base de sustentación de la pata por unidad de longitud de la caña (I1), aves con cuerpo más anchura en la parte delantera que trasera, es decir, un ave que se afina hacia caudal (I3) y más estilizado en el sentido de presentar menor circunferencia corporal por unidad de longitud dorsal (I4).

La segunda componente principal (CP2) explicó el 27% de la variancia y se asoció, negativa y significativamente con el Índice 2 que relaciona la longitud y la anchura de la

pechuga por lo que se denominó Componente Pechuga. CP2 incluyó prácticamente el 50 % de la variación en dicho índice. A mayor valor de esta componente corresponden aves con pechugas de menor longitud relativa al anchura, es decir, pechugas más rectangulares.

La tercera componente principal (CP3) explicó el 24 % de la variancia y relacionó en forma significativa y con signo positivo con el Índice 1. CP3 incluyó una proporción de la variación de este índice similar a la incluida en CP1, con la diferencia que CP3 se asoció negativamente con el Índice 3 mientras que CP1 lo hizo con signo positivo. A mayor valor de esta componente las aves presentan mayor base de sustentación de la pata por unidad de longitud de la caña (Índice 1) y aves con cuerpo más angosto en la parte delantera que trasera, es decir, una ave que se ensancha hacia caudal.

La cuarta componente principal (CP4) explicó el 17 % de la variancia total, se asoció en forma negativa con los cuatro índices e incluyó una proporción menor de la variación observada en cada uno de ellos (entre el 22 % en el caso del Índice 4 y el 14 % en el caso del Índice 2).

1.6. Desarrollo de los ornamentos sexuales y base ósea

Se observó una asociación positiva y significativa entre los índices de cresta y barbilla (coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson: $r = 0,507$; $p < 0,0001$). En consonancia con la asociación mencionada, la distribución de las aves no fue homogénea en los cuatro cuadrantes, sino que se constató un predominio de las mismas en los cuadrantes I y III que asocian a ambos índices en el mismo sentido que el signo de la correlación [CI: $n = 32$ (33,0 %); CII: $n = 11$ (11,3 %); CIII: $n = 38$ (39,2 %) y CIV: $n = 16$ (16,5 %)].

La Tabla 26 resume los valores de longitud del muslo (fémur), longitud y diámetro del tarso y longitud de la tibia a las 30 y 71 semanas de edad de las aves incluidas en los cuadrantes que asocian los valores de los dos ornamentos sexuales (cresta y barbilla) por encima y por debajo de sus respectivos promedios, respectivamente, registrados a las 30 semanas de edad.

Las aves ubicadas en los cuadrantes I y III mostraron diferencias significativas en ambos índices (media aritmética $\pm$ error estándar): Índice de cresta – CI = $2167 \pm 72,4 \text{ mm}^2$; C III = $1401 \pm 36,3 \text{ mm}^2$; $t = 9,915$; $p < 0,0001$ - Índice de barbilla - CI = $840 \pm 15,3 \text{ mm}^2$; CIII = $586 \pm 12,5 \text{ mm}^2$; $t = 12,97$ $p < 0,0001$.

Tabla 26 - Indicadores de desarrollo óseo registrados en dos edades del ciclo productivo de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

	Semana 30		Contraste		Semana 71		Contraste	
	C I n = 32	C III n = 39	t	p	C I n = 28	C III n = 38	t	p
LONMUS (mm)	102,3 ± 0,81	100,5 ± 0,85	1,490	0,071	108,3 ± 0,86	106,6 ± 0,89	1,366	0,088
LONTAR (mm)	83,8 ± 0,90	81,3 ± 0,90	1,994	0,025	95,5 ± 0,92	93,6 ± 0,52	1,873	0,033
DIATAR (mm)	11,8 ± 0,14	11,5 ± 0,09	2,041	0,023	12,4 ± 0,16	12,2 ± 0,09	0,945 ¹	0,175
LONTIB (mm)	134,2 ± 1,00	132,8 ± 1,09	0,967	0,169	139,2 ± 1,16	136,8 ± 1,04	1,526	0,066

C I: Cuadrante I (valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote)
 CIII: Cuadrante III (valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote)

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

¹Con corrección de Welch por heterocedasticidad

Las aves ubicadas en el Cuadrante I presentaron mayores valores de los cuatro indicadores óseos en las dos edades de registro. Dichas diferencias fueron estadísticamente significativas para la longitud del tarso en ambas edades y para el diámetro del tarso a las 30 semanas. El efecto del cuadrante de pertenencia fue marginalmente significativo para la longitud del muslo (fémur) en las dos edades de registro y para la longitud de la tibia a las 71 semanas de edad.

2. Caracteres productivos a la madurez sexual

2.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

2.1.1. Análisis univariado

La Tabla 27 resume el comportamiento de seis caracteres de trascendencia productiva evaluados a la madurez sexual en los tres grupos genéticos. Campero Casilda mostró menor precocidad a la madurez sexual que los dos genotipos de referencia, sin diferencias significativas entre estos dos últimos ($F= 75,3$; $p< 0,0001$) resultado consistente con su condición de población pesada. También presentó mayor peso corporal a la puesta del primer huevo ($F= 106$; $p< 0,0001$) y mayor peso de ese primer huevo ($F= 8,21$; $p= 0,0004$), dos caracteres correlacionados en forma positiva. Al considerar el peso de los diez primeros huevos

como un estimador más fiable del carácter, Campero Casilda mostró un valor promedio intermedio al de ambos genotipos de referencia sin diferenciarse de ninguno de ellos, los que, por su parte, difirieron entre sí ($F= 3,389$; $p= 0,036$) correspondiendo un mayor valor a la ponedora autosexante Negra INTA. No se observó efecto significativo del grupo genético ni sobre la regularidad en el inicio de la postura ni sobre la uniformidad en el peso de los primeros huevos. Ambos caracteres mostraron una marcada dispersión, particularmente evidente en Campero Casilda y Rhode Island Red.

Tabla 27 - Caracteres productivos a la madurez sexual en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos

Carácter	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
¹ E (días)	185,1 ± 1,27 b	157,8 ± 2,75 a	157,0 ± 2,74 a
¹ PC (g)	2766 ± 27,7 c	2233 ± 47,5 b	2033 ± 28,3 a
¹ PH (g)	51,0 ± 0,71 b	49,4 ± 1,01ab	45,0 ± 1,18 a
¹ P10 (g)	53,4 ± 0,42 ab	54,2 ± 0,72 b	51,3 ± 0,90 a
² N10	14 (10 – 33)	14 (11 – 20)	13 (11 – 27)
² CV10 (%)	6,6 (2,2 – 27,0)	7,2 (2,0 – 16,1)	9,0 (4,1 – 25,8)

E: edad a la puesta del primer huevo

PC: peso corporal a la puesta del primer huevo

PH: peso del primer huevo

P10: peso promedio de los 10 primeros huevos

N10: número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos

CV10: coeficiente de variación para el peso de los 10 primeros huevos

Los valores corresponden a ¹la media aritmética ± error estándar y ² la mediana (rango)

a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

2.1.2. Análisis multivariado

La Tabla 28 resume los valores de las seis componentes generadas por el modelo. La Figura 11 presenta el comportamiento de cada una de dichas componentes en los tres grupos genéticos.

La primera componente principal (CP1) explicó el 41,0% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma negativa y significativa ($p < 0,0001$) con la edad a la puesta del primer huevo ($r = -0,807$), el peso corporal a la puesta del primer huevo ($r = -0,767$) y el peso del primero ($r = -0,727$) y de los diez primeros huevos ($r = -0,700$); en forma positiva y significativa ($p < 0,0001$) con el coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos ($r = 0,432$) y no mostró asociación ($p = 0,128$) con el número de días requerido para poner los diez primeros huevos ($r = 0,126$). A mayor valor de esta componente, corresponden aves más

precoces y livianas que ponen un primer huevo y 10 primeros huevos también más livianos y con mayor dispersión en el peso de estos. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 65% de la variancia atribuible a la edad, el 59% de la variancia atribuible al peso corporal a la madurez sexual, el 53% de la variancia atribuible al peso del primer huevo, el 49% de la variancia atribuible al peso de los 10 primeros huevos, el 2% de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos, el 25% de la variancia atribuible al coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos y el 19% de la variancia atribuible al coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos, por lo que se denominó “Precocidad”.

Tabla 28 - Componentes principales correspondientes a los caracteres a la madurez sexual en tres genotipos de ponedoras camperas

Componente	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
CP1	- 0,6337 a ± 0,1271	0,7915 b ± 0,2588	1,790 c ± 0,2519
CP2	0,3074 a ± 0,1088	- 0,7453 b ± 0,1039	- 0,4916 b ± 0,1759
CP3	- 0,2786 a ± 0,0993	0,7444 b ± 0,1304	0,3737 b ± 0,1701
CP4	- 0,0698 a ± 0,0917	0,1612 a ± 0,1433	0,1054 a ± 0,1933
CP5	- 0,0732 a ± 0,0691	0,1301 a ± 0,0675	0,1668 a ± 0,1261
CP6	0,0142 ab ± 0,0497	- 0,2133 a ± 0,0909	0,1634 b ± 0,0803

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
a, b, c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

La segunda componente principal (CP2) explicó el 18,9% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma positiva y significativa con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos ($r= 0,826$) y, en menor grado, con el coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos ($r= 0,504$). A mayor valor de esta componente, menor regularidad en el inicio de la postura y menor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 68% de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y el 25% de la variancia atribuible al coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos, por lo que se denominó “Regularidad”.

La tercera componente principal (CP3) explicó el 16,5% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma positiva y significativa con el peso del primer huevo ($r= 0,512$) y con el peso de los 10 primeros huevos ($r= 0,555$) y en forma negativa con la edad ($r= -0,421$) y con el peso corporal ($r= -0,351$) a la puesta del primer huevo. A mayor valor de CP3 corresponden aves que ponen tanto el primero como los 10 primeros huevos más pesados, pero a diferencia de CP1, el mayor peso del huevo está asociado a una menor edad y un menor peso a la madurez sexual. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 26% de la variancia atribuible al peso del primer huevo, el 31% de la variancia atribuible al peso de los 10 primeros huevos, el 18% de la variancia atribuible a la edad y el 12% de la variancia atribuible al peso corporal a la puesta del primer huevo por lo que se denominó “Antagonismo peso corporal – peso del huevo”.

La cuarta componente principal (CP4) explicó el 13,0% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma negativa y significativa ($r= -0,679$) con el coeficiente de variación en el peso de los 10 primeros huevos y en forma positiva y significativa ($r= -0,517$) con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos. Es decir que a mayor valor de esta componente corresponden aves con un inicio más regular de la postura en el sentido que requieren menos días para poner los 10 primeros huevos, pero esos primeros huevos son desuniformes en tamaño (mayor coeficiente de variación). Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 46% de la variancia atribuible al coeficiente de variación en el peso de los 10 primeros huevos y el 27% de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos por lo que se denominó “Regularidad y uniformidad en el inicio de la postura”.

La quinta componente principal (CP5) y la sexta componente principal (CP6) explicaron el 6,7% y el 3,9% de la variancia fenotípica total, respectivamente. Ninguna de ellas mostró asociaciones estadísticamente significativas con las variables incluidas en el modelo.

Las dos primeras componentes principales (CP1 y CP2), tomadas en conjunto, explicaron el 59,9% de la variancia fenotípica total. La Figura 12 presenta la distribución de las aves de los tres grupos genéticos en el plano cartesiano resultante de graficar simultáneamente los valores de CP1 (abscisa) y CP2 (ordenada).

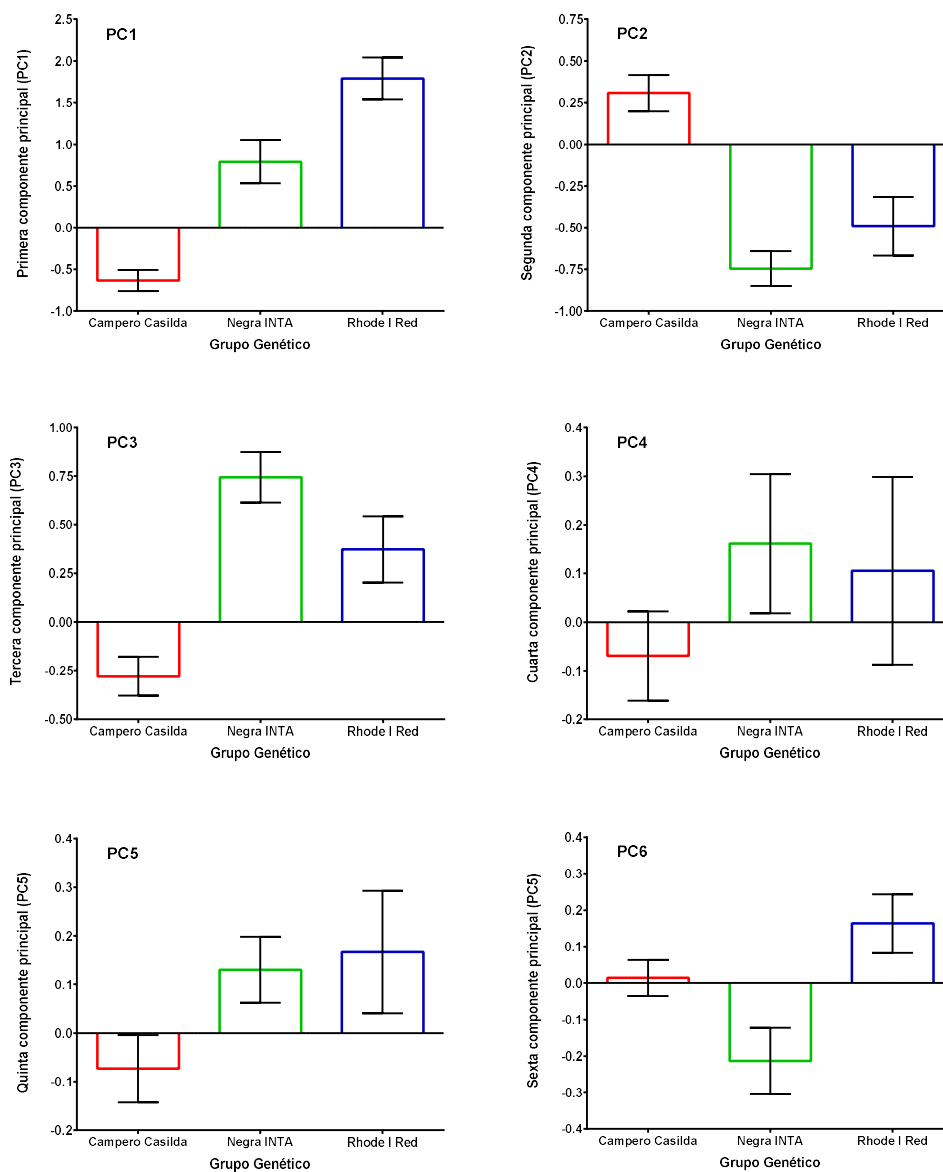


Figura 11 – Comportamiento de las seis componentes principales en cada uno de los tres grupos genéticos de gallinas ponedoras

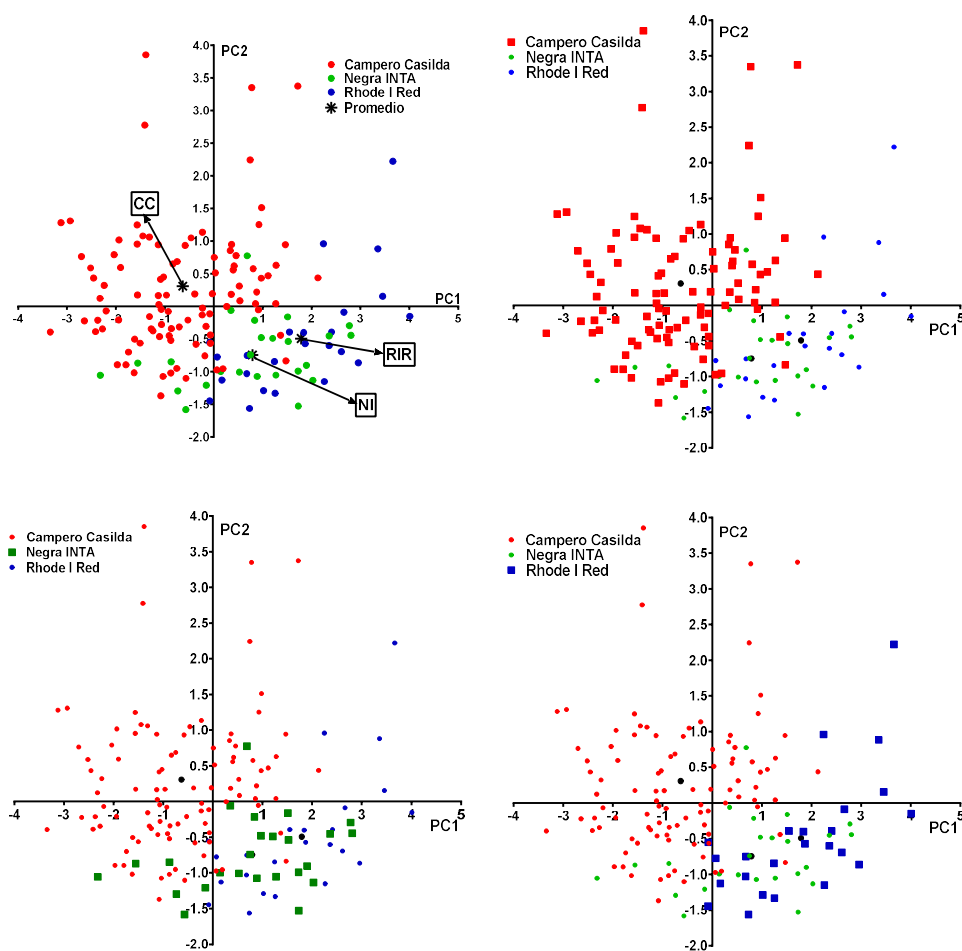


Figura 12 – Distribución de las aves de los tres grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales. Arriba a la izquierda: localización de los valores promedio de ambas componentes de cada grupo, por cuadrante. Arriba a la derecha y abajo izquierda y derecha: detalle resaltando la ubicación individual de las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, respectivamente

2.2. Caracterización de la población Campero Casilda

2.2.1. Análisis multivariado

La primera componente principal (CP1) explicó el 36% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma negativa y significativa con la edad a la puesta del primer huevo ($r = -0,714$), el peso corporal a la puesta del primer huevo ($r = -0,658$), el peso del primer huevo ($r = -0,620$) y el peso promedio de los 10 primeros huevos ($r = -0,760$). Es decir que a mayor valor de esta componente corresponden aves más precoces (menor edad a la madurez sexual), de menor peso corporal, que ponen un primer huevo más liviano y que el peso promedio de los 10 primeros huevos también es menor. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 51% de la variancia atribuible a la edad a la madurez sexual, el 43% de la variancia correspondiente al peso corporal a la puesta del primero huevo, el 38% de la variancia correspondiente al peso del primer huevo y el 58% de la variancia correspondiente al peso promedio de los 10 primeros huevos y se denominó “Peso”.

La segunda componente principal (CP2) explicó el 20% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma positiva y significativa con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos ($r = 0,670$) y, en menor grado, con el coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos ($r = 0,538$) y con el peso del primer huevo ($r = 0,459$) y de los 10 primeros huevos ($r = 0,398$). A mayor valor de esta componente, corresponde menor uniformidad en el inicio de la postura y menor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos, con huevos –tanto el primero, como los 10 primeros- de mayor peso. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 45% de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos por lo que se denominó “Regularidad”.

La tercera componente principal (CP3) explicó el 16,1% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma positiva y significativa ($r = 0,585$) con el peso corporal a la puesta del primer huevo y en forma negativa y significativa con el peso del primer huevo ($r = -0,491$). A mayor valor de CP3 corresponden aves más pesadas a la madurez sexual pero que ponen un primer huevo más liviano. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 34% de la variancia atribuible al peso corporal a la puesta del primer huevo y el 24% de la variancia atribuible al peso del primer huevo y se denominó “Asociación inversa peso-producción”.

La cuarta componente principal (CP4) explicó el 13,1% de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma negativa y significativa ($r = -0,597$) con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y en forma positiva y significativa ($r = 0,646$) con el coeficiente de variación en el peso de los 10 primeros huevos. Es decir que a mayor valor de esta componente corresponden aves con un inicio más regular de la postura en el sentido que requieren menos días para poner los 10 primeros huevos, pero esos primeros huevos son desuniformes en tamaño (mayor coeficiente de variación). Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 42% de la variancia atribuible al coeficiente de variación en el peso de los 10 primeros huevos y el 36% de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos por lo que se denominó “Regularidad y uniformidad en el inicio de la postura”.

La quinta componente principal (CP5) explicó el 8,3% de la variancia fenotípica total y se asoció en forma positiva y significativa con la edad a la madurez sexual ($r = 0,432$) y en forma negativa y significativa con el peso corporal a la puesta del primer huevo ($r = -0,463$). A mayor valor de CP5 corresponderán aves menos precoces (mayor edad) y más livianas a la madurez sexual. Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluye el 19% de la variancia atribuible a la edad y el 21,5% de la variancia atribuible al peso a la madurez sexual. Esta componente se denominó “Componente de madurez tardía”.

La sexta componente principal (CP6) explicó el 6,5% de la variancia fenotípica total y se asoció en forma negativa y significativa con el peso del primer huevo ($r = -0,367$) y en forma positiva y significativa con el peso de los 10 primeros huevos ($r = 0,427$). Considerando el valor del coeficiente de determinación (R^2), esta componente incluyó el 13,5% de la variancia atribuible al peso del primer huevo y el 18,2% de la variancia atribuible al peso de los 10 primeros huevos. Esta componente se denominó “componente de relación inversa en el peso del huevo”.

En conjunto las dos primeras componentes -CP1 y CP2- explicaron el 56% de la variancia fenotípica total. La distribución de las aves en los diferentes cuadrantes del plano cartesiano definido por la representación conjunta de sus valores (Figura 13) fue homogénea ($X^2 = 5,00$; $p > 0,05$) y permitió individualizar y caracterizar, en particular, a aquellas pertenecientes a los cuadrantes I y III.

► Cuadrante I: $n=17$ [$CP1>0;CP2>0$]

- $CP1>0$: aves más precoces (menor edad a la madurez sexual), de menor peso corporal, que ponen un primer huevo más liviano y cuyo peso promedio de los 10 primeros huevos también es menor.

- $CP2>0$: aves con menor regularidad en el inicio de la postura y menor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos, con huevos –tanto el primero, como los 10 primeros- de mayor peso.

► Cuadrante II: $n=22$ [$CP1<0;CP2>0$]

- $CP1<0$: aves menos precoces (mayor edad a la madurez sexual), de mayor peso corporal, que ponen un primer huevo más pesado y cuyo peso promedio de los 10 primeros huevos también es mayor.

- $CP2>0$: aves con menor regularidad en el inicio de la postura y menor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos, con huevos –tanto el primero, como los 10 primeros- de mayor peso.

► Cuadrante III: $n=31$ [$CP1<0;CP2<0$]

- $CP1<0$: aves menos precoces (mayor edad a la madurez sexual), de mayor peso corporal, que ponen un primer huevo más pesado y cuyo peso promedio de los 10 primeros huevos también es mayor.

- $CP2<0$: aves con mayor regularidad en el inicio de la postura y mayor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos, con huevos –tanto el primero, como los 10 primeros- de menor peso.

► Cuadrante IV: $n=29$ [$CP1>0;CP2<0$]

- $CP1>0$: aves más precoces (menor edad a la madurez sexual), de menor peso corporal, que ponen un primer huevo más liviano y cuyo peso promedio de los 10 primeros huevos también es menor.

- $CP2<0$: aves con mayor regularidad en el inicio de la postura y mayor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos, con huevos –tanto el primero, como los 10 primeros- de menor peso.

Tabla 29 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas en función de un análisis en componentes principales

Carácter productivo a la madurez sexual	Cuadrante I		Cuadrante III	
	CP1 > 0	CP2 > 0	CP1 < 0	CP2 < 0
N	17		30	
¹ Edad cronológica (días)	173,3 ± 2,27 a		194,0 ± 2,09 b	
¹ Peso corporal (g)	2576 ± 65,4 a		2873 ± 43,2 b	
¹ Peso del 1º huevo (g)	49,9 ± 1,43 a		51,9 ± 0,63 a	
¹ Peso de los 10 1º huevos (g)	51,8 ± 0,82 a		54,5 ± 0,40 b	
² Nº de días 10 1º huevos	17 (12,5 – 22) a		12 (11 – 14) b	
² CV peso 10 1º huevos (%)	15,1 (8,9 – 16,4) a		5 (4,0 – 6,8) b	

¹Valores: media aritmética ± error estándar

²Valores: mediana (rango intercuartílico)

¹Análisis: prueba t de Student para datos independientes

²Análisis: prueba U de Mann-Whitney

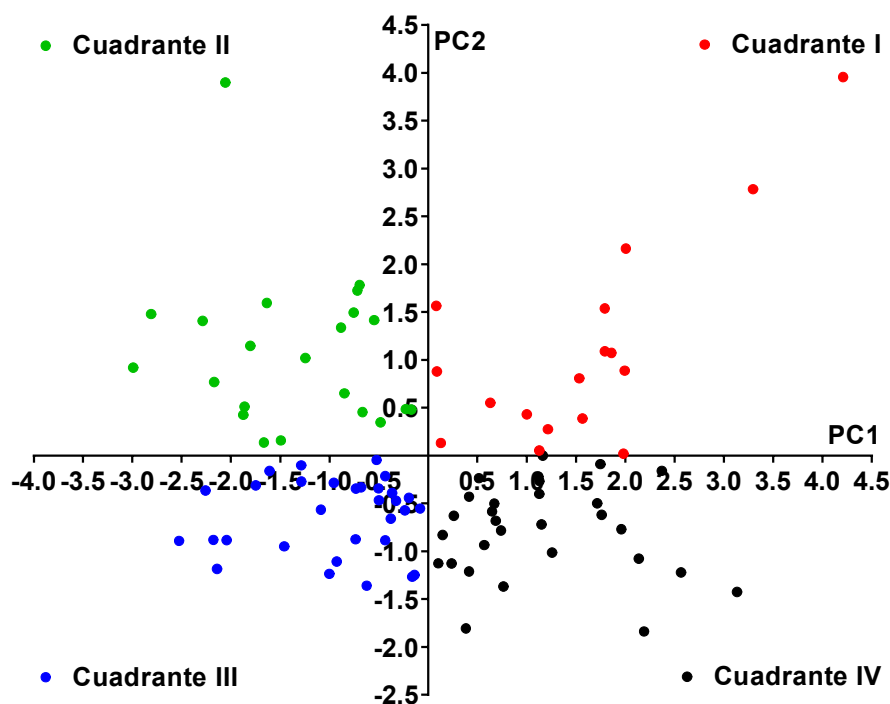


Figura 13 - Distribución de las gallinas Campero Casilda en el plano definido por las dos primeras componentes principales

La Tabla 29 muestra que, en comparación con las aves presentes en el Cuadrante III (CIII: valores negativos de ambas componentes), aquellas del Cuadrante I (CI: valores positivos de ambas componentes) presentaron menor edad cronológica (CP1) y menor peso corporal

(CP1) a la puesta del primer huevo, menor peso del primero (CP1) y de los 10 primeros huevos (CP1), requirieron mayor número de días para poner los 10 primeros huevos (CP2) los que tuvieron menor uniformidad o mayor coeficiente de variación en peso (CP2).

2.2.2. Ornamentos sexuales y caracteres productivos a la madurez sexual

La Tabla 30 resume los valores de los caracteres productivos a la madurez sexual de las aves incluidas en los cuadrantes que asocian los valores de los dos ornamentos sexuales (cresta y barbilla) por encima y por debajo de sus respectivos promedios, respectivamente, registrados a las 30 semanas de edad.

Tabla 30 - Caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Carácter productivo a la madurez sexual	Cuadrante		Contraste	
	I (n= 32)	III (n= 38)	Estadístico	Probabilidad
Edad (días)	180,8 ± 2,00	189,5 ± 1,98	t= 3,042	0,003
¹ Peso corporal (g)	2727 ± 60,0	2799 ± 41,3	t= 1,016	0,313
¹ Peso 1° huevo (g)	50,4 ± 1,42	52,1 ± 1,11	t= 0,958	0,342
¹ Peso 10 1° huevos (g)	52,0 ± 0,68	55,0 ± 0,70	t= 3,003	0,004
² Nº días 10 1° huevos	15 (13 - 17)	14 (12 - 15)	U= 472,5	0,078
² CV peso 10 1° huevos (%)	6,5 (5,0 - 8,1)	6,6 (5,2 - 8,0)	U= 603	0,812

C I: Cuadrante I (valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote)

CIII: Cuadrante III (valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote)

¹Los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

²Los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)

Se constataron diferencias significativas para la edad a la puesta del primer huevo y el peso promedio de los 10 primeros huevos, y marginalmente significativas para el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos. Las aves ubicadas en el Cuadrante I del plano cartesiano, con mayor desarrollo de los ornamentos sexuales, fueron más precoces, comenzaron la etapa productiva con huevos de menor peso y mostraron una tendencia a un inicio menos regular de la postura, que aquellas con menor desarrollo de los mismos ubicadas en el Cuadrante III.

3. Patrón dinámico del peso corporal

3.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

3.1.1. Período prepostura

3.1.1.1. Etapa nacimiento-semana 5

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

La Figura 14 muestra el patrón de crecimiento de las aves de cada uno de los tres grupos genéticos durante la etapa inicial de crecimiento a piso. 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 ($0,4367 \pm 0,00208$) que Negra INTA ($0,3978 \pm 0,00323$) y Rhode Island Red ($0,3999 \pm 0,00333$), sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre estas dos últimas.

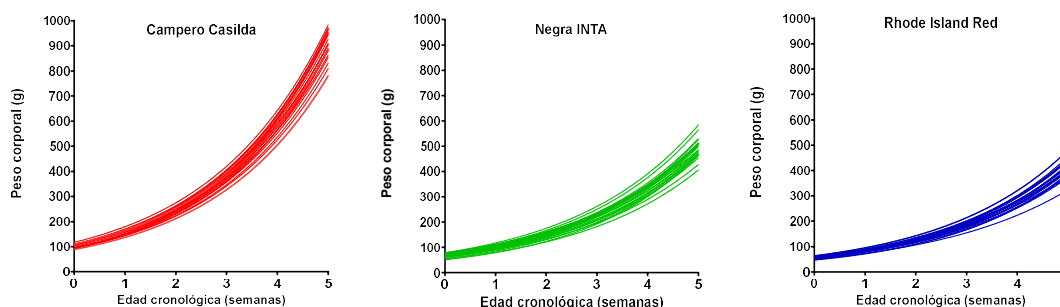


Figura 14 - Patrón de crecimiento exponencial de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa inicial de alojamiento a piso, con asignación de nutrientes a discreción

3.1.1.2. Etapa semana 6 a 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 de los modelos respectivos (test de rachas: $p > 0,05$).

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 Campero Casilda; 0,9772 a 0,9991 para Negra INTA y 0,9413 a 0,9990 para Rhode Island Red.

La Figura 15 describe el patrón de crecimiento de las aves de los tres grupos genéticos durante la etapa de control en jaula.

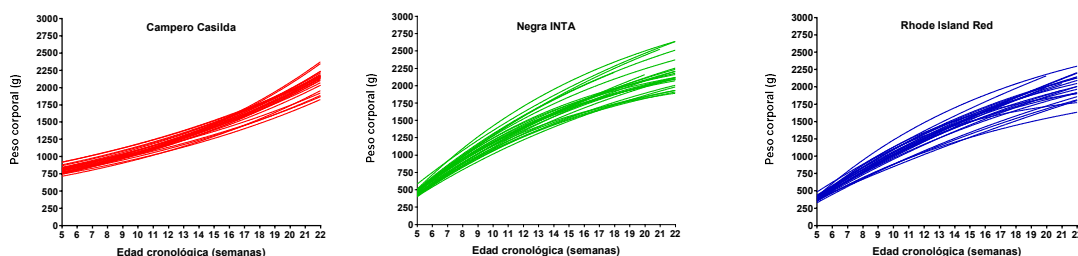


Figura 15 - Patrón de crecimiento de gallinas de tres grupos genéticos durante la etapa prepostura de alojamiento en jaula, con asignación diferencial de nutrientes (Campero Casilda: ambiente restringido; Negra INTA y Rhode Island Red: ambiente *ad libitum*)

En esta fase de la etapa previa a la postura, 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 semipesados (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 con los protocolos de restricción para este tipo de aves propuestos por INTA Pergamino (2.145 g; $t = 1,268$; $p = 0,217$) y por la Cátedra

de Producción de Aves de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNNE (1.928 g; $t=1,333$; $p=0,195$).

3.1.2. Período de postura

La Tabla 31 resume el valor de los estimadores de los parámetros de la función de Brody y la Figura 16 describe el patrón de modificación del peso corporal promedio de las aves de los tres genotipos entre las 25 y las 70 semanas de edad.

Tabla 31 - Estimadores de los parámetros de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal promedio durante la fase de postura vs. edad cronológica en tres genotipos de gallinas ponedoras

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Peso corporal asintótico (A: g)	3820 $\pm 142,5$	2881 $\pm 77,7$	2374 $\pm 67,2$
Tasa de maduración (k: sem^{-1})	0,0289 $\pm 0,00542$	0,0313 $\pm 0,00540$	0,0451 $\pm 0,01366$
Los valores corresponden al estimador $\pm$ error estándar del estimador			

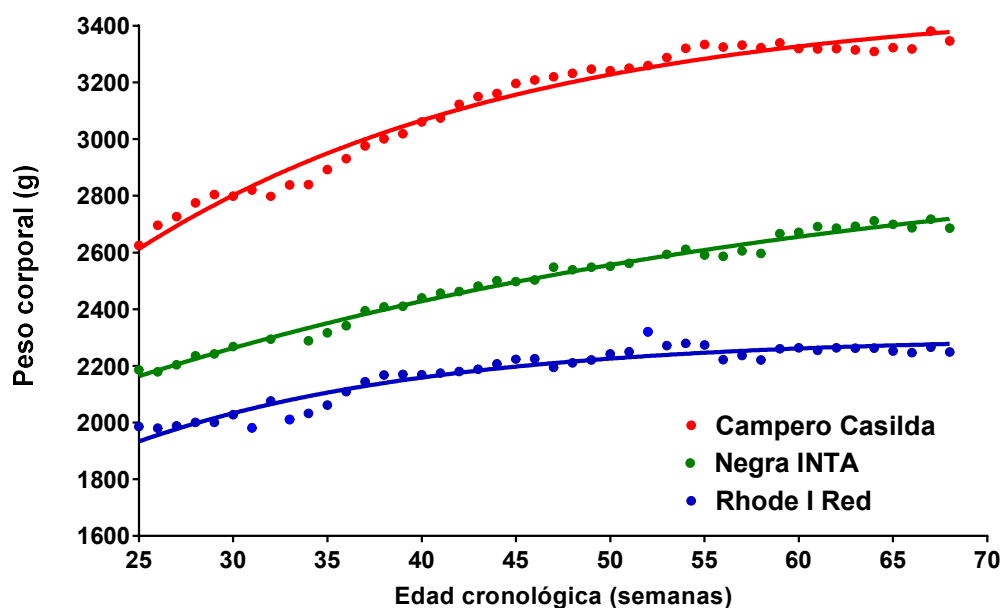


Figura 16 – Curvas de crecimiento de tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos, durante la fase de postura. Valores experimentales y ajuste con la función exponencial asintótica de Brody

Los datos mostraron un buen ajuste. Para los tres grupos genéticos se constató la normalidad ($p > 0,05$) y la aleatoriedad ($p > 0,05$) de los residuales, con valores del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) de 0,976, 0,987 y 0,916 para Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, respectivamente. Se rechazó la hipótesis estadística de igualdad de las trayectorias globales ($F = 3273$; $P < 0,0001$) razón por la cual el comportamiento de los genotipos no pudo ser resumido con una única función común a todos ellos. Se observó la asociación negativa esperada entre tamaño asintótico y velocidad para alcanzarlo. Campero Casilda mostró el mayor peso asintótico y la menor tasa de maduración, Rhode Island Red el menor valor asintótico y el mayor valor de k y Negra INTA valores intermedios de ambos parámetros. Campero Casilda, aún mantenido en ambiente restringido, mostró mayor peso corporal a lo largo de todo el lapso evaluado con un comportamiento acorde a la curva de pesos esperada de acuerdo con el esquema de restricción.

3.1.3. Ciclo completo

Los estimadores de los parámetros de la función de Gompertz con significado biológico se resumen en la Tabla 32. Las curvas teóricas de crecimiento de los tres grupos genéticos entre el nacimiento y la finalización del primer ciclo de postura se muestran en la Figura 17.

Tabla 32 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos peso corporal (g) versus edad cronológica (semanas), en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-intensivos

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Peso corporal asintótico (A: g)	3468 a ± 33,7	2611 b ± 75,5	2217 c ± 40,0
Tasa de maduración (k: sem^{-1})	0,0816 a ± 0,00152	0,1230 b ± 0,00584	0,1458 c ± 0,00478

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos

Se observó la clásica asociación negativa entre tamaño asintótico y tasa de maduración. Las aves Campero Casilda, bajo régimen de alimentación restringida, presentaron mayor peso corporal en la asíntota y menor velocidad para alcanzarla (menor tasa de maduración para peso corporal). Las aves Rhode Island Red, en el otro extremo, presentaron el menor peso corporal

asintótico y la mayor tasa de maduración para el carácter, mientras que la ponedora autosexante Negra INTA presentó valores intermedios de ambos estimadores.

Se observó que, si bien con patrones de crecimiento diferentes, las aves de los tres grupos llegaron a las 22 semanas de edad (inicio de la vida reproductiva-productiva) con similar peso corporal promedio.

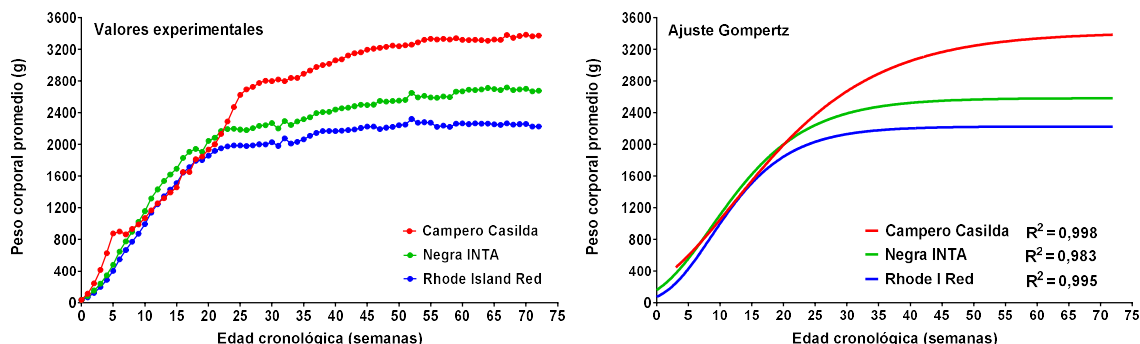


Figura 17 – Curvas de crecimiento de tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos, en su primer ciclo de postura (Izquierda: valores experimentales; Derecha: ajuste con la función de Gompertz)

3.2. Caracterización de la población Campero Casilda

3.2.1. Efecto de la edad a la madurez sexual

Tabla 33 – Edad y peso corporal a la puesta del primer huevo y estimadores de los parámetros de la función de Gompertz con significado biológico en gallinas Campero Casilda discriminadas por su precocidad sexual

Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4	Significado
Edad (días)	170,7 a ± 0,73	180,4 b ± 0,44	188,2 c ± 0,66	202,5 d ± 1,12	P < 0,0001
Peso (g)	2663 a ± 49,2	2571 a ± 51,3	2807 a ± 43,5	2947 b ± 44,6	P < 0,0001
A (g)	3470 a ± 77,8	3469 a ± 67,9	3417 a ± 71,1	3511 a ± 60,3	P = 0,822
k (g ⁻¹)	0,0823 a ± 0,0032	0,0800 a ± 0,0031	0,0853 a ± 0,0035	0,0788 a ± 0,0025	P = 0,472

Valores = media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 25 aves por categoría

a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

La Tabla 33 resume los valores de los estimadores de la función de Gompertz y la edad y el peso corporal de las cuatro categorías de aves Campero Casilda discriminadas por su

precocidad sexual. A excepción del grupo de aves pertenecientes al cuartil 4 que rompen postura más tardíamente, no se observaron diferencias significativas en el peso corporal promedio a la puesta del primer huevo entre las aves con diferente precocidad. Los cuatro grupos presentaron similares patrones dinámicos de crecimiento corporal en tanto que, independientemente de la categoría de pertenencia, todas ellas crecen con similar velocidad hacia pesos asintóticos también similares.

La Figura 18 describe las trayectorias teóricas de las curvas de crecimiento de los cuatro grupos de aves.

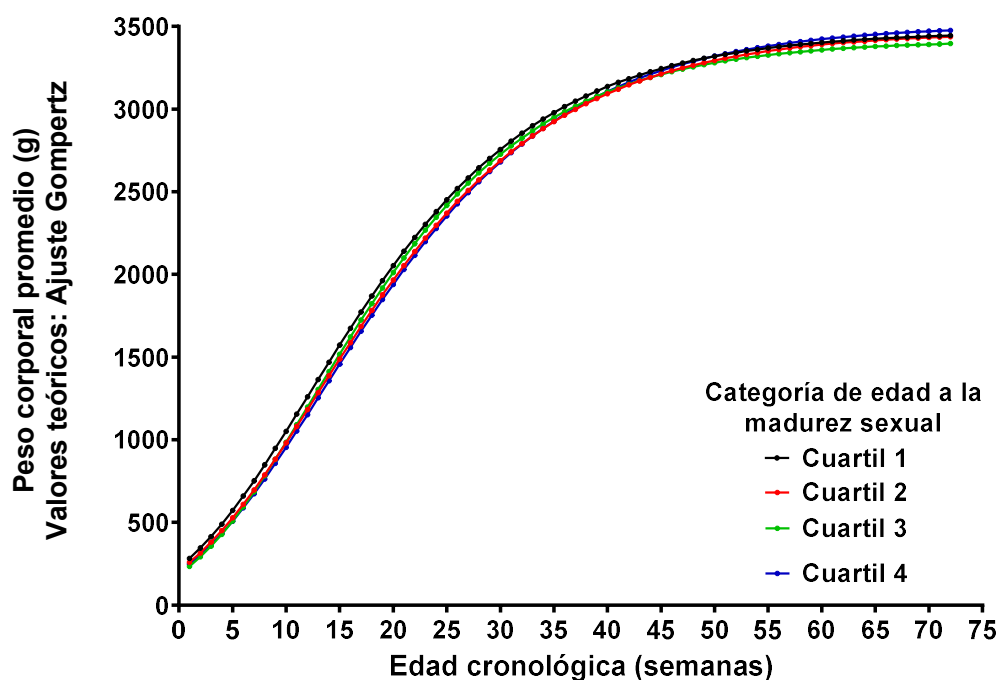


Figura 18 – Curvas de crecimiento teóricas de cuatro grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas por su precocidad sexual

3.2.2. Efecto del peso a la madurez sexual

La Tabla 34 resume los valores de los estimadores de la función de Gompertz y el peso corporal de las cuatro categorías de aves Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la puesta del primer huevo. La Figura 19 describe las trayectorias teóricas de las curvas de crecimiento de los cuatro grupos de aves.

Tabla 34 – Peso corporal a la puesta del primer huevo y estimadores de los parámetros de la función de Gompertz con significado biológico en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la madurez sexual

Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4	Significado
Peso (g)	2472 a ± 20,1a	2699 b ± 10,8b	2864 c ± 7,1c	3102 d ± 21,1d	P < 0,0001
A (g)	3247 a ± 72,5a	3414 a ± 67,1a	3625 b ± 62,2b	3593 b ± 41,9b	P < 0,0001
k (g ⁻¹)	0,083 ab ± 0,0033ab	0,081 ab ± 0,0032ab	0,085 a ± 0,0035a	0,078 b ± 0,0027b	P = 0,023

Valores = media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 25 aves por categoría

a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

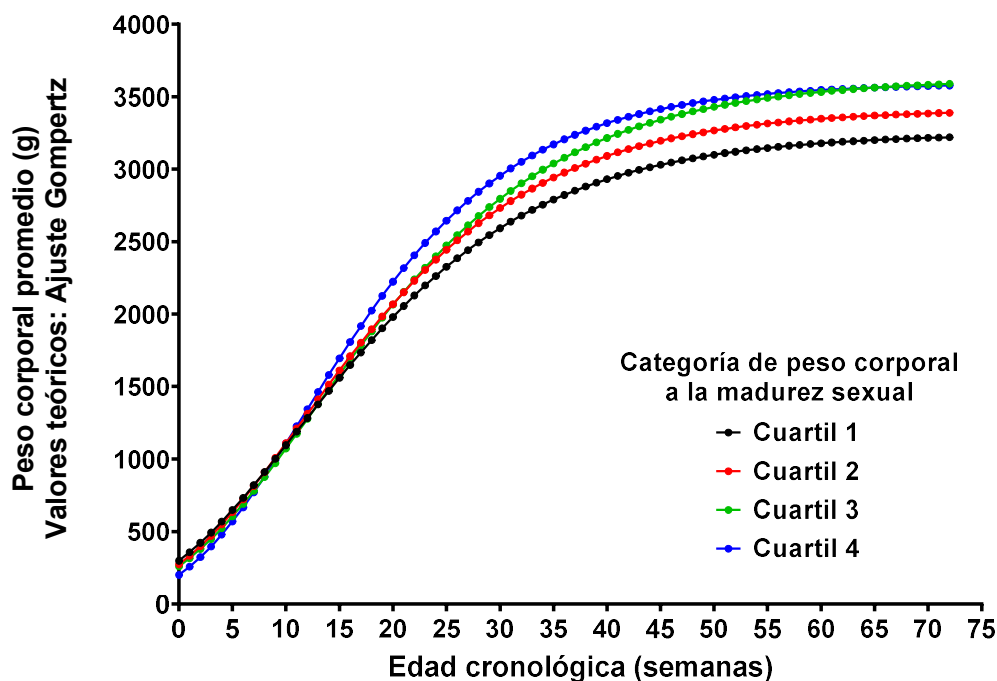


Figura 19 – Curvas de crecimiento teóricas de cuatro grupos de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la puesta del primer huevo

El criterio para discriminar a las aves fue efectivo registrándose una diferencia de 630 g en promedio entre las aves más y menos pesadas. Se observó un efecto significativo de la categoría de peso a la madurez sexual sobre el peso corporal asintótico entre las aves ubicadas en los cuartiles 1 y 2 en comparación con aquellas pertenecientes a los cuartiles 3 y 4. Las aves de los cuartiles 3 y 4, si bien no difirieron significativamente en el valor asintótico teórico de peso corporal, si lo hicieron en la velocidad de aproximación al mismo. Por su parte, las aves

pertenecientes a los dos primeros cuartiles de peso corporal a la madurez sexual no mostraron diferencias significativas ni en tamaño asintótico ni en tasa de maduración para el carácter.

3.2.3. Efecto del desarrollo de los ornamentos sexuales

La Tabla 35 presenta los valores promedio de las tasas de crecimiento exponencial de las gallinas Campero Casilda en la etapa inicial de recría transcurrida a piso y con alimentación ad libitum (k_1), en la etapa prepostura alojadas en jaula y con restricción cuantitativa en el aporte de nutrientes (k_2) y los estimadores de la función de Gompertz utilizada para el ajuste de los datos peso corporal versus edad cronológica entre el nacimiento y las 71 semanas.

Las trayectorias de las curvas de crecimiento correspondientes al ciclo total se muestran en la Figura 20.

Tabla 35 - Tasas de crecimiento exponencial prepostura y estimadores de la función sigmoidea de Gompertz de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Variable	Cuadrante		Contraste	
	I (n= 32)	III (n= 38)	Estadístico	Probabilidad
k_1 (0 – 5 semanas)	$0,439 \pm 0,0019$	$0,441 \pm 0,0022$	$t= 0,640$	0,524
k_2 (6 – 20 semanas)	$0,0596 \pm 0,00124$	$0,0542 \pm 0,00104$	$t= 3,344$	0,001
A (g)	$3428 \pm 101,7$	$3481 \pm 105,0$	$t= 0,649$	0,518
k (g^{-1})	$0,085 \pm 0,0028$	$0,081 \pm 0,0022$	$t= 0,043$	0,966
C I: Cuadrante I (valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote)				
CIII: Cuadrante III (valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote)				
Todos los valores corresponden a la media aritmética $\pm$ error estándar				
k_1 y k_2 tasas de crecimiento exponencial				
A: peso corporal asintótico (función de Gompertz)				
k tasa de maduración (función de Gompertz)				

No se observaron diferencias significativas entre las aves ubicadas en uno y otro cuadrante en sus tasas de crecimiento exponencial inicial pero sí en las tasas de crecimiento exponencial correspondientes a la etapa comprendida entre la sexta y la vigésima semana.

Las gallinas con mayor desarrollo de los ornamentos sexuales ubicadas en el Cuadrante I presentaron mayor tasa de crecimiento que aquellas pertenecientes al Cuadrante III. Tampoco se observaron diferencias significativas entre los valores promedio de los estimadores de la función de Gompertz que definen la forma de la curva de crecimiento.

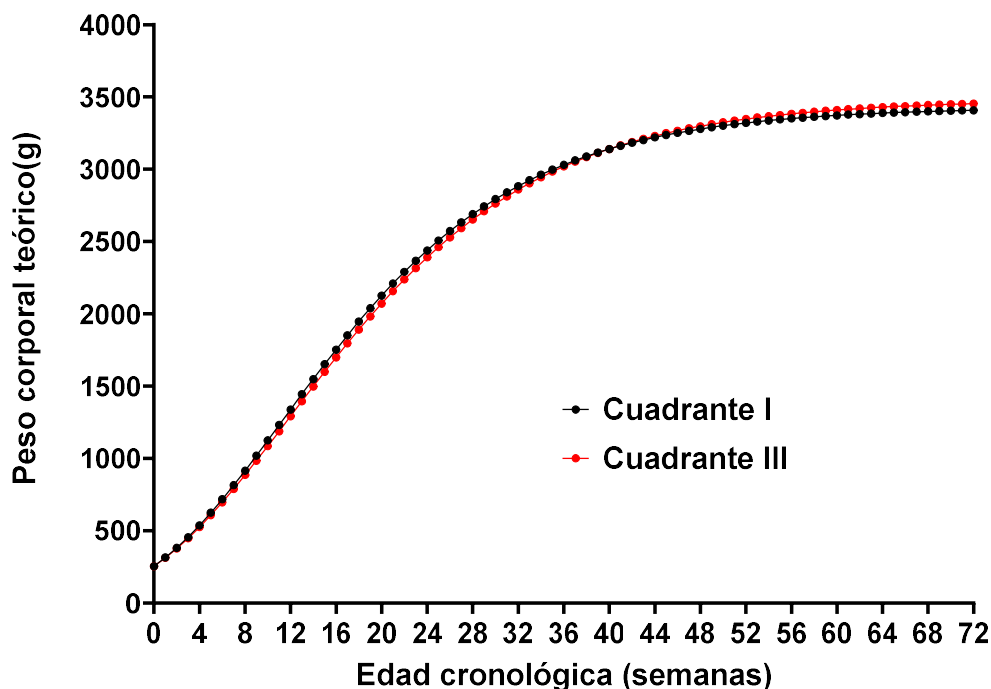


Figura 20 – Curvas de crecimiento teóricas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

3.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

La Figura 21 resume gráficamente el comportamiento de las curvas teóricas de crecimiento de los tres grupos genéticos.

Las aves Campero Casilda crecieron hacia un peso asíntotico (media aritmética $\pm$ error estándar: $3.468 \pm 33,7$ g) significativamente menor al correspondiente tanto a Ross 308 (4.168 g; $t = 20,8$; $P < 0,0001$) como a Cobb500 (4.119 g; $t = 19,3$; $P < 0,0001$). Campero Casilda presentó también una menor tasa de maduración para peso corporal ($k = 0,0816 \pm 0,00152$ g⁻¹) que Ross 308 (izquierda: $k = 0,0943$ g⁻¹; $t = 8,322$; $P < 0,0001$) y Cobb 500 (derecha: $k = 0,1009$ g⁻¹; $t = 12,68$; $P < 0,0001$).

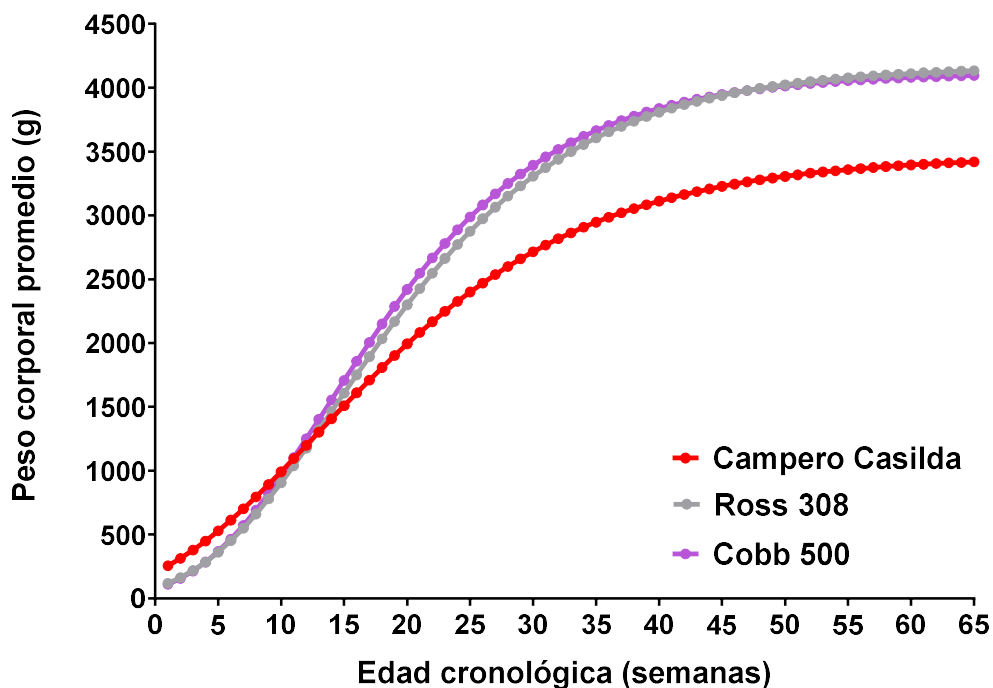


Figura 21 – Curvas de crecimiento teóricas de gallinas Campero Casilda y dos genotipos de reproductoras pesadas comerciales

4. Madurez en peso corporal

La Figura 22 describe gráficamente el comportamiento de las curvas de madurez en peso corporal de los tres genotipos a lo largo de su primer ciclo de postura.

La comparación visual de las trayectorias correspondientes a los diferentes grupos permitió identificar las siguientes particularidades:

1. Al finalizar la etapa común de cría a piso (semana 5), CC presentó una madurez del 25,6% valor indicativo que ya había recorrido la cuarta parte del camino a su peso maduro, mientras que NI y RIR presentaron valores menores y similares: 18,6% y 18,1%, respectivamente.

2. La restricción aplicada a las aves CC redujo su tasa de crecimiento mostrando este genotipo menor madurez que NI y RIR durante la recría con valores a las 22 semanas de 62,4% (CC), 84,0% (NI) y 87,7% (RIR).

3. Las gallinas semipesadas iniciaron su postura (madurez sexual) a las 22 semanas con una madurez para peso corporal del 84% para Negra INTA y del 88% para Rhode Island Red; mientras que las aves CC lo hicieron, en promedio, a las 26 semanas con una madurez del 79%. Negra INTA y Rhode Island Red alcanzaron su peso maduro antes de la finalización del ciclo de postura, a las 52 y 50 semanas, respectivamente. Las aves CC, por su parte, presentaron una madurez del 98,8% a las 72 semanas de edad

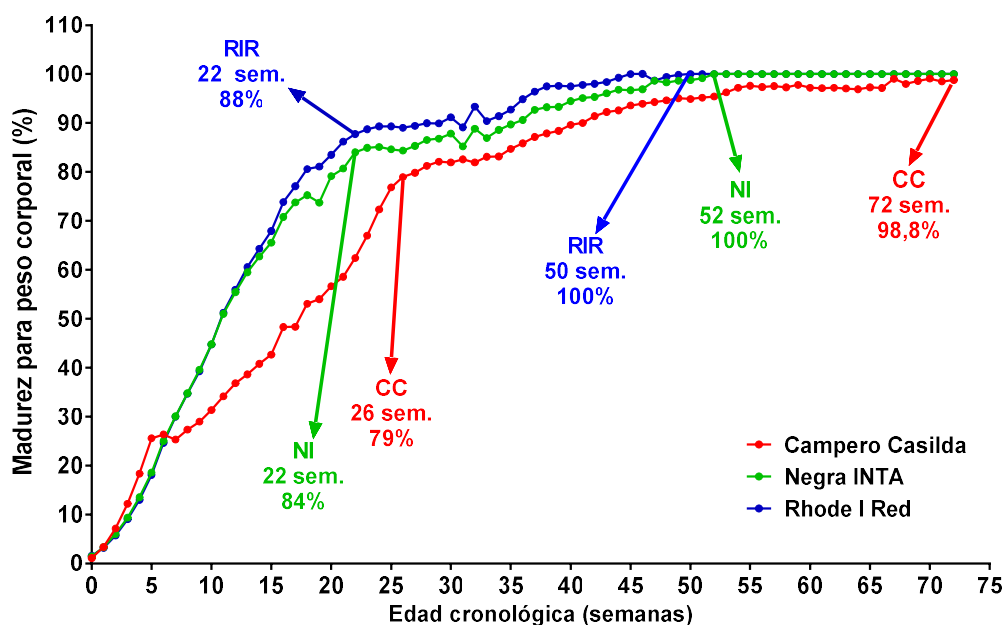


Figura 22 – Curvas de madurez para peso corporal de tres genotipos de ponedoras camperas a lo largo de su primer ciclo de postura

5. Uniformidad en peso corporal

5.1. Indicadores de uniformidad

5.1.1. Coeficiente de uniformidad 1 (10%)

La Tabla 36 resume los indicadores vinculados con el área bajo las curvas resultantes de graficar el valor del coeficiente semanal de uniformidad 1 (10%) en función de las semanas de edad en los lotes de los tres grupos genéticos.

La Figura 23 describe en dichos grupos el comportamiento del coeficiente de uniformidad 1 y las áreas bajo las curvas respectivas.

Tabla 36 - Coeficiente de uniformidad 1 (10 %). Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Área total	5383	4312	5398
Área relativa (%)	100	80,1	100,3
Pico (abscisa, semanas)	10	5	5
Pico (ordenada, %)	95,2	84,6	88,5

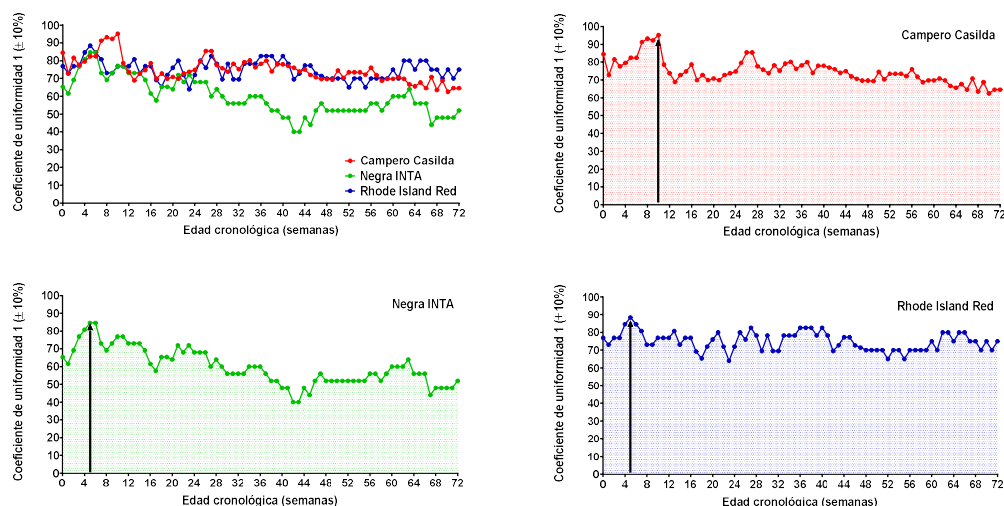


Figura 23 – Coeficiente de uniformidad del 10% del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas

A juzgar por el valor relativo del área bajo la curva, Negra INTA presentó menor uniformidad que Campero Casilda a lo largo de todo el ciclo evaluado mientras que Rhode Island Red presentó un comportamiento similar al del cruzamiento experimental.

Los pares ordenados correspondientes a la ocurrencia del pico de uniformidad mostraron que las dos poblaciones de aves semipesadas lo alcanzaron antes que Campero Casilda y que este último genotipo presentó mayor uniformidad en dicho punto.

5.1.2. Coeficiente de uniformidad 2 (15%)

La Tabla 37 resume los indicadores vinculados con el área bajo las curvas resultantes de graficar el valor del coeficiente semanal de uniformidad 2 (15%) en función de las semanas de edad en los lotes de los tres grupos genéticos.

La Figura 24 presenta en los tres grupos genéticos el comportamiento de dicho coeficiente y las áreas bajo las curvas respectivas.

Tabla 37 - Coeficiente de uniformidad 2 (15 %). Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos			
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Área total	6516	5906	6370
Área relativa (%)	100	90,6	97,8
Pico (abscisa, semanas)	7	6	22
Pico (ordenada, %)	100	96,2	100

Los valores relativos del área bajo la curva pusieron en evidencia que Negra INTA presentó menor uniformidad que Campero Casilda a lo largo de todo el ciclo evaluado mientras que el comportamiento de Rhode Island Red tendió a asemejarse al del cruzamiento experimental.

Los pares ordenados correspondientes a la ocurrencia del pico de uniformidad mostraron diferencias entre las dos poblaciones de aves semipesadas. Campero Casilda presentó el pico en forma temprana, a similitud de Negra INTA y alcanzó en el pico una uniformidad similar a Rhode Island Red.

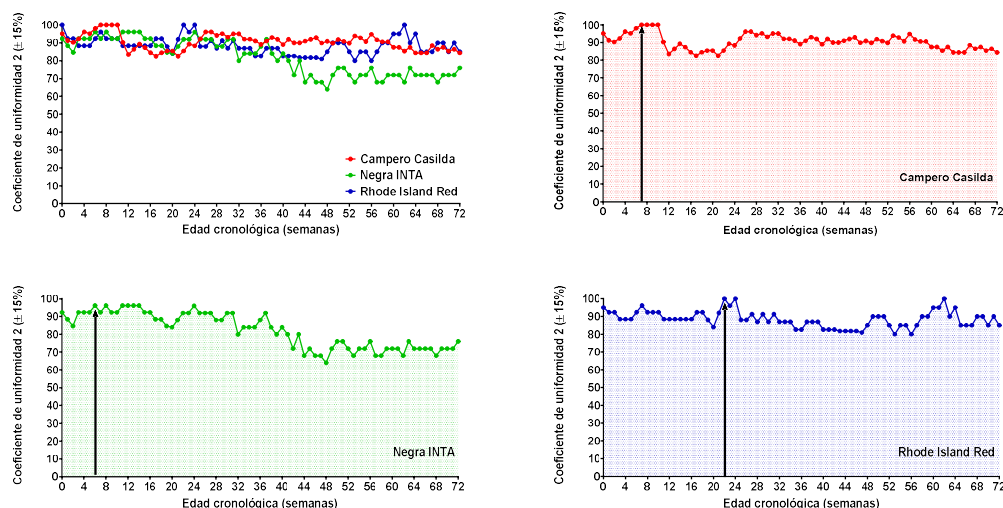


Figura 24 – Coeficiente de uniformidad del 15% del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas (las flechas indican la localización del pico)

5.1.3. Coeficiente de variación para peso corporal. Uniformidad interna

La Tabla 38 resume los indicadores vinculados con el área bajo las curvas resultantes de graficar el valor del coeficiente de variación para peso corporal (uniformidad interna) en función de las semanas de edad en los lotes de los tres grupos genéticos.

Tabla 38 – Uniformidad interna. Indicadores del área bajo la curva en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Área total	932,9	817,7	642,4
Área relativa (%)	100	87,7	68,9
Pico (abscisa, semanas)	17	46	20
Pico (ordenada, %)	15,2	14,6	10,7

La Figura 25 presenta el comportamiento del coeficiente de variación del peso corporal semanal en los tres grupos genéticos: Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red y las áreas bajo las respectivas curvas.

De acuerdo con este indicador, Rhode Island Red presentó la mayor uniformidad en todo el ciclo y Campero Casilda, la menor. Negra INTA presentó un comportamiento similar a

Rhode Island Red hasta la semana 34 momento a partir del cual la uniformidad disminuyó (aumento del CV) y, a partir de la semana 40 se asemejó a la presentada por Campero Casilda.

Campero Casilda y Rhode Island Red presentaron la menor uniformidad a edades similares y anteriores al pico mostrado por Negra INTA. Los valores de la ordenada del pico mostraron similitud entre Campero Casilda y Negra INTA con menor uniformidad que Rhode Island Red.

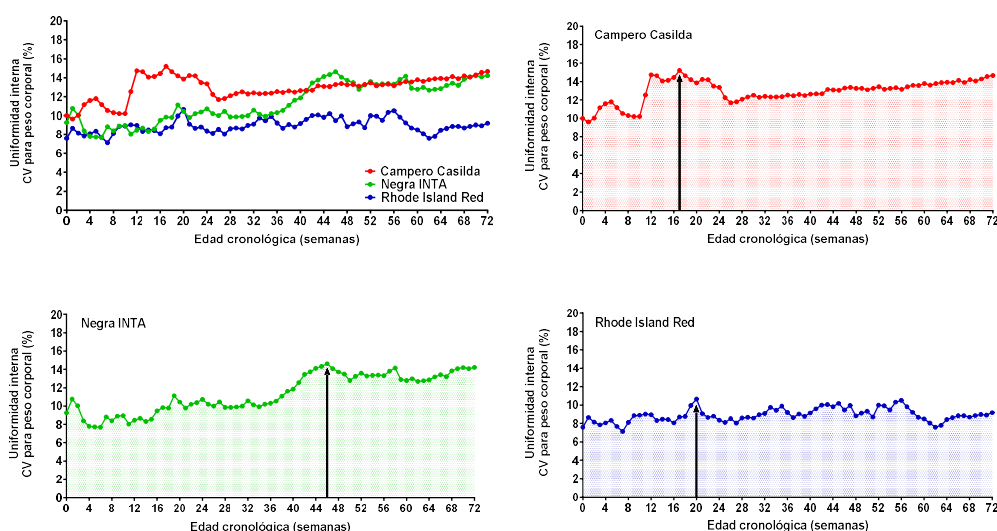


Figura 25 – Coeficiente de variación del peso corporal semanal de tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos. Arriba a la izquierda: valores experimentales. Arriba a la derecha y abajo: áreas bajo las curvas (las flechas indican la localización del pico)

La Figura 26 presenta, en simultáneo, el comportamiento de los tres indicadores en término de los valores absolutos y relativos de las áreas bajo las curvas respectivas.

Se constata (gráfico de la derecha) que en términos del valor del coeficiente de variación, Negra INTA presenta valores intermedios de uniformidad y Rhode Island Red es la población más uniforme. Cuando se toman como referencia los coeficientes de uniformidad del 10 % y del 15 %, Negra INTA presenta la menor uniformidad promedio mientras que Rhode Island Red muestra un comportamiento similar a Campero Casilda.

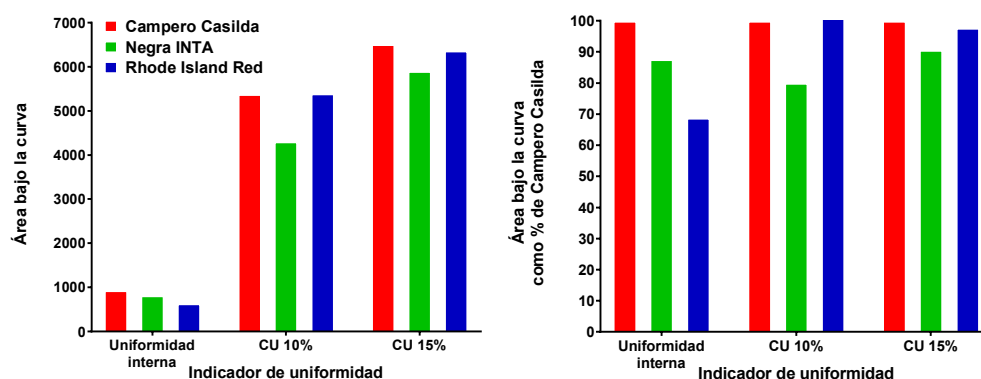


Figura 26 – Áreas bajo la curva (izquierda: valores absolutos; derecha valores relativos a Campero Casilda) de tres indicadores de uniformidad del peso corporal correspondientes a tres genotipos de ponedoras destinadas a sistemas alternativos

5.2. Efecto de la uniformidad en peso corporal a las 22 semanas sobre caracteres productivos

Los grupos difirieron en su variabilidad para peso corporal. El desvío estándar del peso corporal a las 22 semanas fue de 246,7 g para el grupo de baja uniformidad; 102,1 g para el grupo de alta uniformidad y 57,8 g para el grupo de muy alta uniformidad (prueba de Brown-Forsythe: $F = 21,0$; $p < 0,0001$). Los respectivos valores de los coeficientes de variación fueron 11,5%; 4,8% y 2,7%. Los grupos no se diferenciaron en su peso corporal mediano: grupo de baja uniformidad: 2152 g; grupo de alta uniformidad: 2159 g y grupo de muy alta uniformidad: 2159 g; test de Kruskal-Wallis; $p = 0,998$).

5.2.1. Efecto sobre los caracteres productivos a la madurez sexual

La Tabla 39 resume los valores de los seis indicadores relevados en cada uno de los tres grupos de aves, a partir de la puesta del primer huevo. No se observó efecto significativo de la uniformidad del lote sobre el valor de tendencia central (media aritmética o mediana) de ninguno de los caracteres evaluados: edad a la puesta del primer huevo ($p = 0,992$), peso corporal a la puesta del primer huevo ($p = 0,911$), peso del primer huevo ($p = 0,821$), peso de los 10 primeros huevos ($p = 0,692$), número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos ($p = 0,935$) y coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos ($p = 0,629$). Tampoco se observó efecto sobre las medidas de dispersión: edad a la puesta del primer huevo ($p = 0,217$), peso corporal a la puesta del primer huevo ($p = 0,299$), peso del primer huevo ($p =$

0,918), peso de los 10 primeros huevos ($p = 0,880$), número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos ($p = 0,896$) y coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos ($p = 0,942$).

Tabla 39 - Caracteres productivos a la madurez sexual en tres lotes de gallinas camperas con diferente uniformidad para peso corporal a las 22 semanas de edad

Carácter	Baja uniformidad	Alta uniformidad	Muy alta uniformidad
E (días)	$184,8 \pm 1,91$	$185,0 \pm 1,38$	$185,0 \pm 1,71$
P (g)	$2765 \pm 39,4$	$2756 \pm 31,8$	$2741 \pm 41,4$
PH (g)	$50,7 \pm 1,07$	$51,2 \pm 0,81$	$50,4 \pm 0,97$
P10 (g)	$53,0 \pm 0,60$	$53,6 \pm 0,53$	$53,4 \pm 0,63$
N10	14 (10 – 33)	14 (10 – 33)	14 (10 – 33)
CV10	6,8 (2,2 – 27,7)	6,9 (3,0 – 27,7)	7,0 (3,0 – 27,7)

E: edad a la puesta del primer huevo

PC: peso corporal a la puesta del primer huevo

PH: peso del primer huevo

P10: peso promedio de los 10 primeros huevos

N10: número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos

CV10: coeficiente de variación para el peso de los 10 primeros huevos

Todos los valores corresponden a la media aritmética $\pm$ error estándar a excepción de N10 y CV10: mediana y rango

5.2.2. Efecto sobre la masa de huevos y sus componentes

Los valores de masa de huevos y de sus dos componentes, número de huevos y peso de los huevos correspondientes a los tres grupos de aves se presentan en la Tabla 40.

Tabla 40 - Uniformidad en peso corporal a las 22 semanas y caracteres productivos en gallinas Campero Casilda de primer ciclo

	Uniformidad		
	Baja (n= 52)	Alta (n=74)	Muy alta (n= 52)
¹ Nº de huevos	219 (182 – 235)	221 (183 – 240)	221 (190 – 241)
² Peso del huevo (g)	$63,6 \pm 0,58$	$64,2 \pm 0,51$	$64,4 \pm 0,61$
² Masa de huevos (g)	13.567 ± 352	14.010 ± 287	14.252 ± 314

¹Mediana (rango intercuartílico)

²Media aritmética $\pm$ error estándar

No se observó efecto significativo del grado de uniformidad para peso corporal a las 22 semanas de edad sobre el número mediano de huevos puestos en el período (estadístico H de KW: 0,798; $p = 0,671$), sobre el peso promedio de dichos huevos ($F = 0,490$; $p = 0,613$), ni sobre la masa de huevos producida ($F = 1,066$; $p = 0,347$).

6. Curvas de postura

6.1. Campero Casilda

La Tabla 41 presenta los valores de los estimadores de la función de Nelder. Se constató un muy buen ajuste evaluado a partir de la convergencia de las iteraciones en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado y la normalidad y la aleatoriedad de la distribución de los residuales, tal como se visualiza en la Figura 27.

Tabla 41 - Estimadores de los parámetros de la función de Nelder aplicada al ajuste de los datos de la proporción semanal de aves en postura en función de la edad de postura en un lote de gallinas Campero Casilda

Estimador	Estimador ± error estándar	Intervalo de confianza (95%)
A: tasa de postura (%) en el pico (ordenada)	88,3 ± 0,97	86,36 – 90,26
c: constante de integración sin valor biológico,	0,649 ± 0,0290	0,5907 - 0,7073
d: abscisa del pico (semanas de postura)	9,87 ± 1,023	7,807 – 11,920
b: tasa de decaimiento durante la persistencia	0,0117 ± 0,00038	0,01095 – 0,01247
Coeficiente de determinación no lineal ajustado: $R^2 = 0,9901$		
Normalidad de los residuales: $K^2 = 1,583$ $P = 0,4531$		
Aleatoriedad de los residuales: $P = 0,204$		

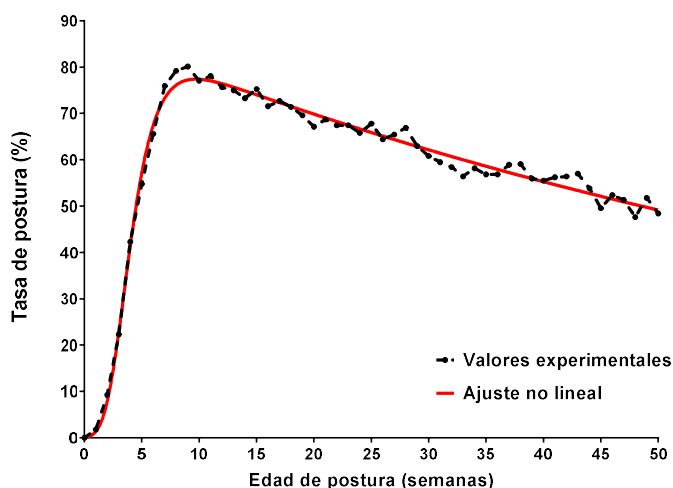


Figura 27 – Ajuste no lineal de los datos porcentaje de postura semanal versus edad de postura de gallinas Campero Casilda

El lote alcanzó el pico aproximadamente a las 10 semanas de postura con una tasa de postura del 88%.

6.2. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

6.2.1. Estudio comparativo del área bajo la curva de postura

La Figura 28 muestra, a modo comparativo, el comportamiento conjunto de la tasa de postura de las aves Campero Casilda y el de los dos grupos de ponedoras semipesadas utilizadas como referencia. También presenta dichos comportamientos por separado a fin de poner de manifiesto los patrones diferenciales mostrados por cada uno de ellos.

La Tabla 42 resume el valor de los indicadores que describen aspectos del área bajo las curvas de postura de los tres genotipos de gallinas.

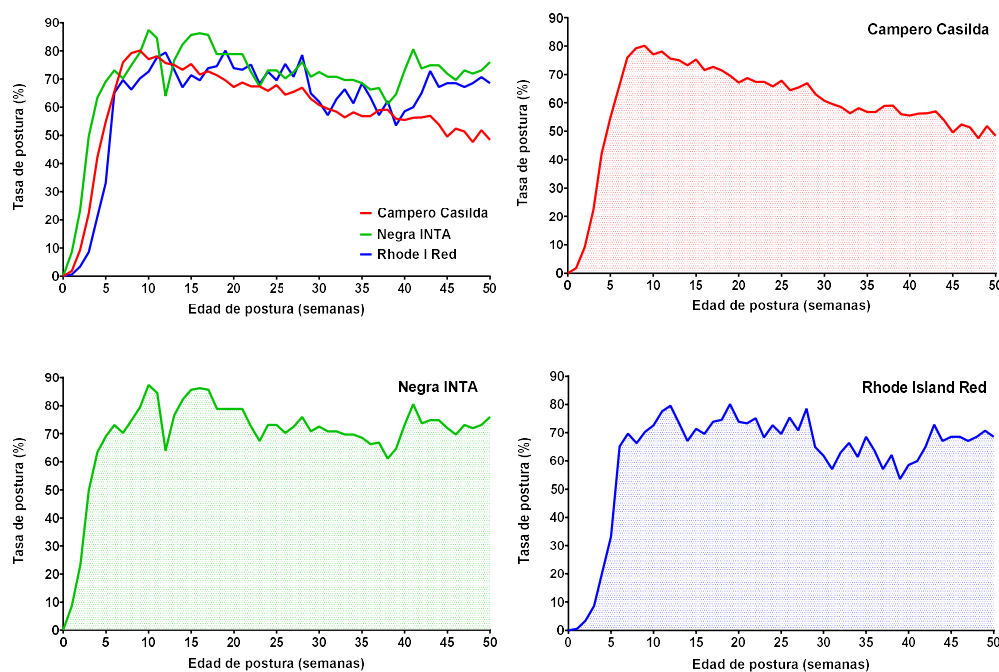


Figura 28 - Curvas de postura de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y de dos poblaciones de ponedoras semipesadas utilizadas como referencia, entre la madurez sexual y las 50 semanas de postura

Tabla 42 - Indicadores del área bajo la curva de postura de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en su primer ciclo

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red
Área total	2972	3512	3117
Porcentaje de postura en el pico	80,14	87,4	79,5
Edad de postura en el pico	9	10	12

Las aves Campero Casilda fueron las más precoces en términos de presentación del pico de postura en tanto lo alcanzaron una semana antes que Negra INTA y tres semanas antes que Rhode Island Red. El valor de postura en el pico fue un 8,3% menor al alcanzado por Negra INTA y un 0,8% mayor que el mostrado por Rhode Island Red. Si se considera como 100% el área bajo la curva correspondiente a la ponedora autosexante Negra INTA, el desempeño relativo de Rhode Island Red fue del 88,75% y el de Campero Casilda del 84,62%.

6.2.2. Estudio bietápico

6.2.2.1. Fase previa al pico de postura

La Tabla 43 resume la información correspondiente al ajuste con la función sigmoidea de Gompertz de los datos previos al pico de postura.

Tabla 43 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura previa al pico en Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Asíntota	85,0 ± 1,49	79,0 ± 2,39	76,6 ± 2,75
Tasa de maduración	0,561 ± 0,0286	0,742 ± 0,1114	0,719 ± 0,1220
Todos los valores corresponden al estimador ± error estándar del estimador			

Se constató un buen ajuste de los datos correspondientes a la etapa previa a la presentación del pico de postura, con valores del coeficiente de determinación ajustado (R^2) de 0,998 para Campero Casilda y 0,979 para Negra INTA y Rhode Island Red. Los residuales presentaron distribución normal y aleatoria. Se rechazó la hipótesis de un ajuste común para los tres grupos de datos ($F= 28,4$; $p < 0,001$).

6.2.2.2. Fase de persistencia de la curva de postura

La Tabla 44 presenta los resultados del ajuste lineal de los datos posteriores a la presentación del pico de postura.

Todas las pendientes de las rectas fueron significativas ($p < 0,05$) y presentaron signo negativo. Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre pendientes ($F=18,7$; $p < 0,0001$) atribuible al comportamiento de Campero Casilda, sin diferencias significativas entre las dos poblaciones de aves semipesadas ($F= 0,025$; $p= 0,875$), las que sí difirieron en las alturas de sus rectas de regresión (Negra INTA $>$ Rhode Island Red; $F= 20$; $p < 0,0001$).

Tabla 44 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura posterior al pico en Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
Pendiente	$-0,700 \pm 0,0234$	$-0,226 \pm 0,0750$	$-0,244 \pm 0,0825$
Ordenada al origen	$83,6 \pm 0,76$	$80,7 \pm 2,45$	$75,6 \pm 2,75$
Todos los valores corresponden al estimador $\pm$ error estándar del estimador			

La Figura 29 presenta gráficamente las trayectorias de las curvas en cada una de las dos fases del estudio bietápico.

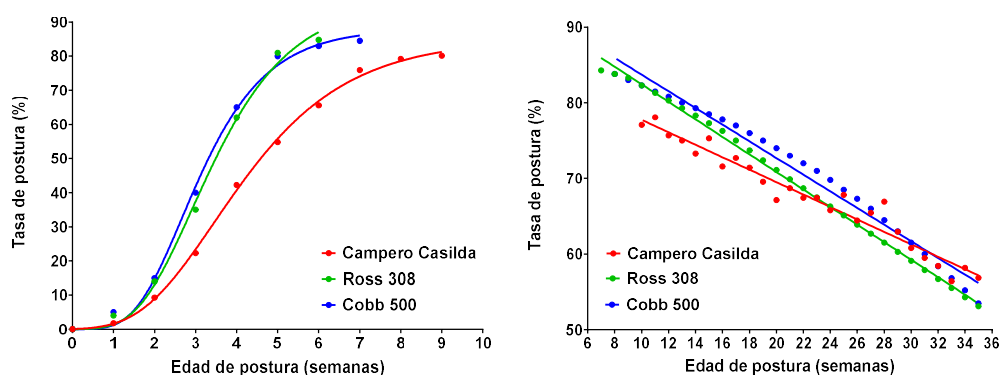


Figura 29 - Curvas de postura de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y dos poblaciones de gallinas semipesadas contemporáneas. Ajuste bietápico. Izquierda: etapa previa al pico de postura: ajuste Gompertz. Derecha: etapa posterior al pico de postura: ajuste lineal

6.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

6.3.1. Estudio comparativo del área bajo la curva de postura

La Tabla 45 presenta el valor de los indicadores del área bajo las curvas de postura de Campero Casilda en comparación con dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas.

El área bajo la curva de postura en Campero Casilda fue un 7,6 % menor a la de Cobb500 y un 3,4 % inferior a la de Ross 308. Las gallinas del cruzamiento experimental presentaron un

porcentaje de postura en el pico 4,7 % menor que Ross 308 y 4,4% menor que Cobb500 y alcanzaron dicho pico tres semanas después que Ross 308 y dos semanas después que Cobb500.

Tabla 45 - Indicadores del área bajo la curva de postura de tres genotipos de gallinas pesadas en un primer ciclo de 36 semanas

	Campero Casilda	Ross 308®	Cobb 500®
Área total bajo la curva	2157	2285	2335
Porcentaje de postura en el pico	80,14	84,8	84,5
Edad de postura en el pico	9	6	7

La Figura 30 describe, comparativamente, el comportamiento conjunto e individual de los tres grupos.

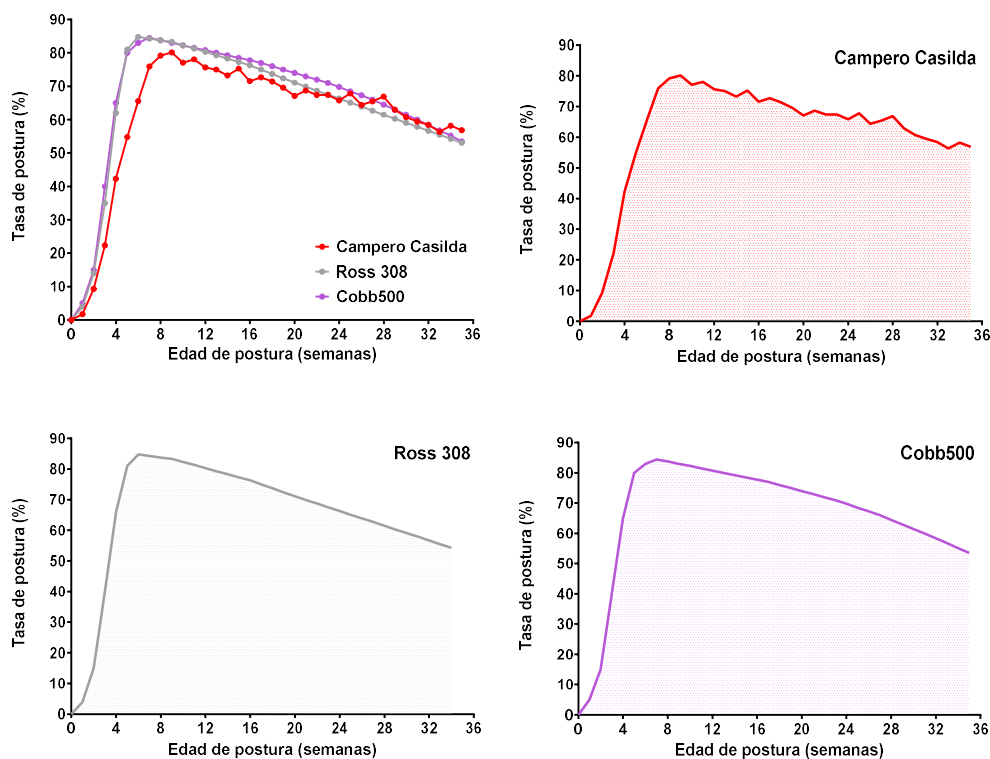


Figura 30 - Curvas de postura (ángulo superior izquierdo) y área bajo las mismas, de gallinas del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda y de dos poblaciones de reproductoras comerciales pesadas, entre la madurez sexual y las 34 semanas de postura

6.3.2. Estudio bietápico

6.3.2.1. Fase previa al pico de postura

La Tabla 46 presenta la información correspondiente al ajuste con la función sigmoidea de Gompertz de los datos previos al pico de postura.

Se constató un buen ajuste de los datos correspondientes a la etapa previa a la presentación del pico de postura, con valores del coeficiente de determinación ajustado (R^2) mayores a 0,99 y distribución normal y aleatoria de los residuales. Se rechazó la hipótesis de un ajuste común para los tres grupos de datos ($F= 47,1$; $p < 0,001$).

Tabla 46 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura previa al pico en Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas

	Campero Casilda	Ross 308®	Cobb 500®
Asíntota	$85,0 \pm 1,49$	$96,2 \pm 5,54$	$88,0 \pm 2,35$
Tasa de maduración	$0,561 \pm 0,0286$	$0,749 \pm 0,1000$	$0,874 \pm 0,0835$
Todos los valores corresponden a estimador $\pm$ error estándar del estimador			

6.3.2.2. Fase de persistencia de la curva de postura

La Tabla 47 presenta la información correspondiente al ajuste lineal de los datos posteriores a la presentación del pico, respectivamente. La Figura 31 describe las trayectorias de las curvas en ambas fases del análisis bietápico.

Tabla 47 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos de la tasa de postura posterior al pico en Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas

	Campero Casilda	Ross 308®	Cobb 500®
Pendiente	$-0,822 \pm 0,0373$	$-1,159 \pm 0,0110$	$-1,102 \pm 0,0314$
Ordenada al origen	$86,0 \pm 0,89$	$94,0 \pm 0,25$	$94,8 \pm 0,72$
Todos los valores corresponden a estimador $\pm$ error estándar del estimador			

En la etapa posterior al pico de postura, todas las pendientes de las rectas fueron significativas ($p < 0,05$) y presentaron signo negativo. Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre pendientes ($F= 39,5$; $p < 0,0001$) atribuible al comportamiento de Campero Casilda, sin diferencias significativas entre las dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas ($F= 3,14$; $p= 0,082$) que sí difirieron en las alturas de las rectas de regresión ($F= 50,2$; $p < 0,0001$; Cobb500 > Ross 308).

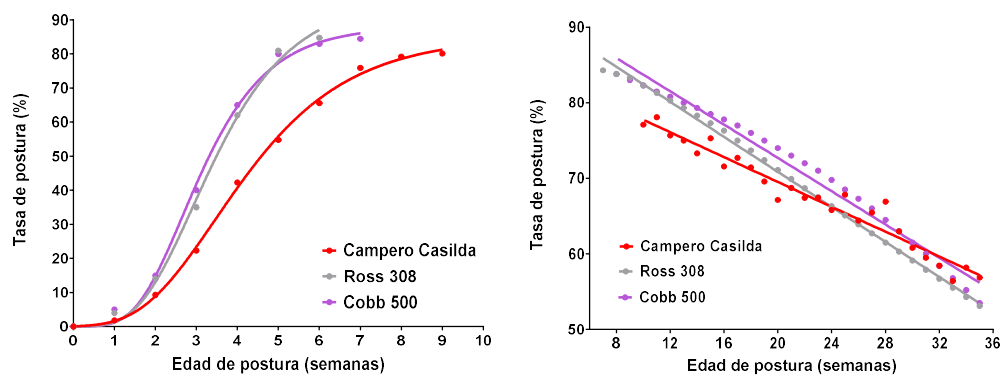


Figura 31 - Curvas de postura de gallinas Campero Casilda y dos poblaciones comerciales de reproductoras pesadas. Ajuste bietápico. Izquierda: etapa pre-pico: ajuste Gompertz. Derecha: etapa post-pico: ajuste lineal

7. Patrón dinámico del peso del huevo

7.1. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

7.1.1. Fase ascendente de la curva de postura

La Tabla 48 resume el valor de los estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Weatherup & Foster en cada uno de los tres grupos de aves.

La Figura 32 presenta el comportamiento dinámico del peso del huevo en función de la edad de postura en el período del ciclo correspondiente a la fase ascendente de la curva de postura en los tres genotipos.

En los tres casos se cumplieron los requisitos establecidos para evaluar la bondad de los ajustes. Se rechazó la hipótesis ($F= 66,1$; $p< 0,0001$) de una trayectoria común a los tres genotipos.

En comparación con Negra INTA, la dinámica de modificación del peso del huevo en Campero Casilda mostró una asíntota menor, una menor velocidad para alcanzarla y un mayor rango de peso indicativo de un menor peso de los huevos iniciales en el cruzamiento experimental. En relación con Rhode Island Red, por su parte, se observó un similar valor asintótico, con menor velocidad para alcanzarlo y un menor rango de peso, indicativo, en este caso de un mayor peso inicial del huevo en el híbrido de tres vías. Como resultado de estas combinaciones Campero Casilda presentó en las primeras 18 semanas de postura huevos de pesos prácticamente coincidentes con Negra INTA, a excepción del inicio del ciclo en el que los mismos fueron algo más livianos, mientras que Rhode Island Red puso siempre, en el mismo lapso, huevos más livianos.

Tabla 48 - Estimadores de los parámetros con significado biológico y criterios de bondad de ajuste de la función de Weatherup & Foster aplicada a los datos peso del huevo-edad de postura, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en la fase ascendente de sus curvas de postura

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (asíntota)	64,8 ± 0,65	66,3 ± 1,14	65,0 ± 1,30
¹ B (rango de pesos)	20,9 ± 0,68	17,8 ± 0,88	24,1 ± 1,03
¹ r (maduración)	0,877 ± 0,0130	0,915 ± 0,0126	0,914 ± 0,0116
Convergencia	si	si	si
R ² ajustado	0,9869	0,9737	0,9723
Test de rachas	P = 0,3186	P = 0,4751	P = 0,1102
¹ Los valores corresponden al estimador ± error estándar del estimador			

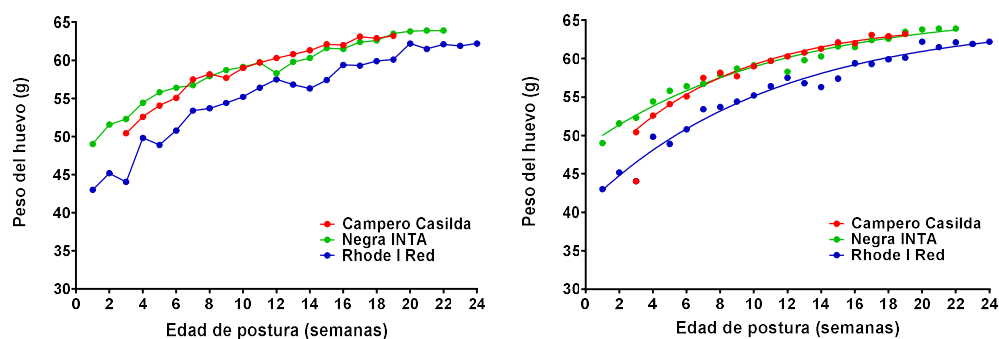


Figura 32 – Peso del huevo en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio del primer ciclo de postura (Izquierda: valores experimentales, Derecha: valores teóricos)

7.1.2. Inicio de la fase de persistencia

La aplicación del modelo de Brody al ajuste de los datos experimentales mostró convergencia en el caso de Negra INTA y Rhode Island Red mientras que el resultado en el caso de Campero Casilda fue ambiguo por lo que se optó por ajustarlos con un modelo lineal (Figura 33).

Los valores de los estimadores del modelo de Brody correspondientes a las aves Negra INTA ($A = 69,6 \pm 1,42$ g; $k = 0,0806 \pm 0,0185$ g⁻¹; R^2 ajustado = 0,9766; desviación del modelo (test de rachas) $p = 0,743$, no significativo) y a las gallinas Rhode Island Red ($A = 63,4 \pm 0,36$ g; $k = 0,1919 \pm 0,0317$ g⁻¹; R^2 ajustado = 0,9531; desviación del modelo (test de rachas) $p = 0,983$, no significativo) no permitieron conservar la hipótesis de una única curva para ambos genotipos ($F = 84,3$; $p < 0,0001$). En ambos casos se rechazó la hipótesis de linealidad mostrando el patrón de cada uno de los genotipos una desviación significativa de la misma (Negra INTA: $p = 0,020$; Rhode Island Red: $p = 0,0014$) lo que confirmó la tendencia curvilínea de los datos. La evidencia derivada del registro parcial indicó que la ponedora autosexante Negra INTA presentó, en comparación con la estirpe de la raza semipesada Rhode Island Red, un patrón de aumento de peso promedio del huevo que se dirige hacia un peso asintótico mayor y que lo hace con una velocidad menor. De acuerdo con el comportamiento de ambos parámetros, el peso promedio semanal de los huevos de Rhode Island Red ya estaría prácticamente en su valor asintótico por lo que no habría que esperar aumentos significativos del mismo hasta la finalización del ciclo, mientras que en el caso de Negra INTA el peso promedio semanal de sus huevos continúa aumentando, si bien más lentamente hacia una asíntota mayor.

En el caso de Campero Casilda el ajuste mostró un valor de la pendiente de $0,515 \pm 0,0164$, significativamente diferente de cero ($p < 0,0001$), con un coeficiente de determinación lineal $R^2 = 0,985$ y una desviación no significativa de la linealidad (test de rachas; $p = 0,157$). En esta etapa, el peso promedio de los huevos puestos por las gallinas del cruzamiento experimental de tres vías aumentó a razón de 0,5 g por semana.

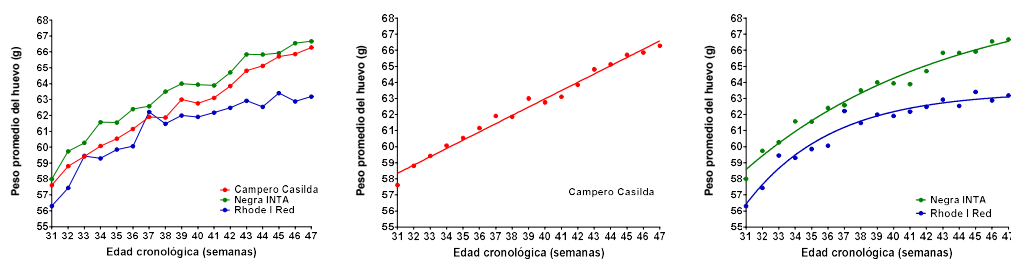


Figura 33 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el inicio de la etapa de persistencia de sus curvas de postura

7.1.3. Etapa final de la fase de persistencia

El peso del huevo mostró, en relación con la edad cronológica de las aves, un patrón de aumento compatible con un modelo lineal. En coincidencia con ello, en ninguno de los tres casos se rechazó la hipótesis de linealidad evaluada con un test de rachas o ciclos (Campero Casilda: $p = 0,113$; Negra INTA: $p = 0,207$; Rhode Island Red: $p = 0,122$).

Los ajustes lineales mostraron (Figura 34):

1. valores de las pendientes ($b \pm Sb$) significativamente diferentes de cero ($p < 0,0001$), y de diferente signo en Campero Casilda ($0,09620 \pm 0,01093$; $F = 77,5$) y Rhode Island Red ($-0,1331 \pm 0,01238$; $F = 115,5$ y no diferente de cero para Negra INTA ($0,005269 \pm 0,01153$; $F = 0,209$; $p = 0,652$))

2. coeficientes de determinación lineal R^2 de 0,771 para Campero Casilda; 0,009 para Negra INTA y 0,834 para Rhode Island Red.

El valor de la ordenada al origen puso en evidencia que en la porción final de la fase de persistencia de la postura, el peso promedio semanal de los huevos puestos por Negra INTA se encuentra estabilizado en valores cercanos a los 67 gramos ($a \pm Sa = 67,13 \text{ g} \pm 0,6967$). Por el contrario, presenta un comportamiento creciente (pendiente positiva y significativa) en Campero Casilda y decreciente (pendiente negativa y significativa) en Rhode Island Red. La

comparación de las pendientes con un análisis de la covarianza confirmó este patrón (comparación de pendientes: $F = 77,5$; $p < 0,0001$). La diferencia entre las pendientes no permitió comparar las alturas (ordenadas) de las rectas de regresión.

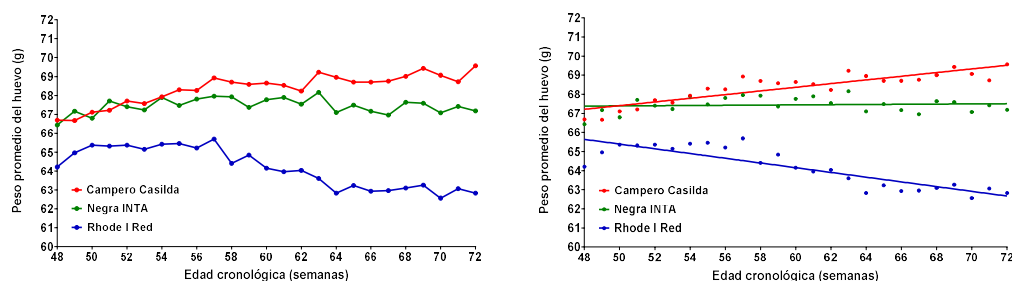


Figura 34 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el tramo final de la etapa de persistencia de sus curvas de postura

7.1.4. Ciclo total

La Tabla 49 resume los valores de los estimadores de la función de Weatherup & Foster en Campero Casilda y su comparación con los valores de referencia provenientes de los ajustes de los datos correspondientes a Negra INTA y Rhode Island Red.

Tabla 49 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster para el ajuste de los datos peso del huevo versus edad de postura en gallinas Campero Casilda en comparación con gallinas Negra INTA y Rhode Island Red

	Campero Casilda ¹	Campero Casilda vs. Negra INTA			Campero Casilda vs. Rhode Island Red		
		Valor de Referencia	t	P	Valor de Referencia	t	P
Peso asintótico (A, g)	71,7 ± 0,63	68,9	2,839	< 0,001	64,7	11,1	< 0,001
Peso del 1° huevo (B, g)	20,3 ± 0,50	199,9	0,693	0,990	20,6	0,735	0,465
Tasa de maduración (r)	0,940 ± 0,0026	0,933	2,555	0,012	0,907	12,9	< 0,001
Rango de peso (A – B, g)	51,6 ± 0,55	49,0	4,707	< 0,001	44,1	13,7	< 0,001

¹ Los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

La Figura 35 describe esquemáticamente los patrones dinámicos de modificación del peso del huevo a lo largo de todo el ciclo de postura, en los tres grupos genéticos.

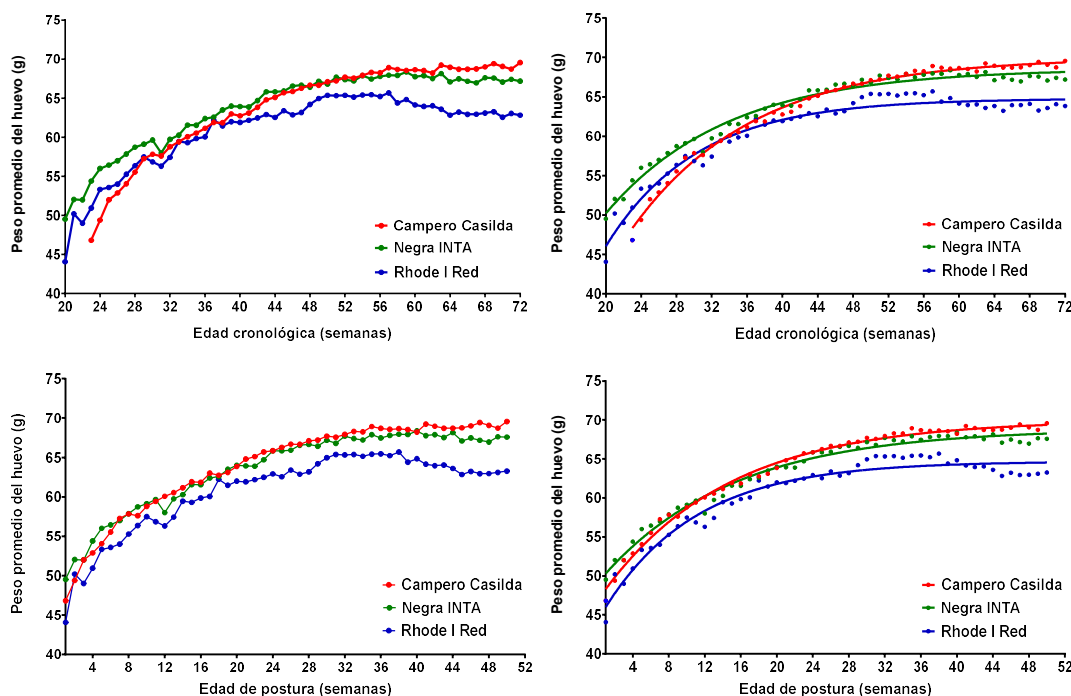


Figura 35 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en su primer ciclo de postura. Parte superior: en función de la edad cronológica. Parte inferior: en función de la edad de postura. Izquierda: valores experimentales. Derecha: ajustes teóricos

La curva de aumento de peso promedio semanal del huevo en función de la edad de postura de las aves Campero Casilda difirió de la de las dos poblaciones semipesadas utilizadas como referencia. Las hembras del cruzamiento experimental pusieron huevos de mayor peso inicial, que se dirigieron a un mayor peso final con mayor velocidad (mayor tasa de maduración). La diferencia entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico también fue mayor en las gallinas Campero Casilda. En la comparación a igual edad de postura Campero Casilda presentó un comportamiento similar a Negra INTA mientras que Rhode Island Red mostró en todo el lapso estudiado menor peso promedio del huevo, diferencia que se acentuó con el progreso del ciclo productivo.

7.2. Caracterización de las aves Campero Casilda

7.2.1. Efecto de la edad a la madurez sexual

La información se resume en el Tabla 50 y las trayectorias de las respectivas curvas de presentan en la Figura 36.

Tabla 50 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su madurez sexual

Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4
Edad a la puesta del primer huevo (g)	172 a 168-174	181 b 179-182	187 c 185-192	200 d 198-207
Peso asintótico del huevo (A – g)	70,2 65,4-73,5	71,0 67,2-73,0	69,7 68,1-75,5	74,0 69,6-77,7
Rango de pesos de los huevos (B – g)	21,5 18,6-25,6	19,6 16,2-22,1	20,8 17,2-23,2	19,2 17,4-21,7
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,944 0,920-0,954	0,943 0,927-0,956	0,940 0,931-0,958	0,938 0,926-0,967
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	49,3 a 44,8-51,9	51,3 ab 48,3-54,6	52,1 ab 48,9-57,3	53,5 b 51,2-57,2

Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)

Tamaño muestral: n= 25 aves por categoría

a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

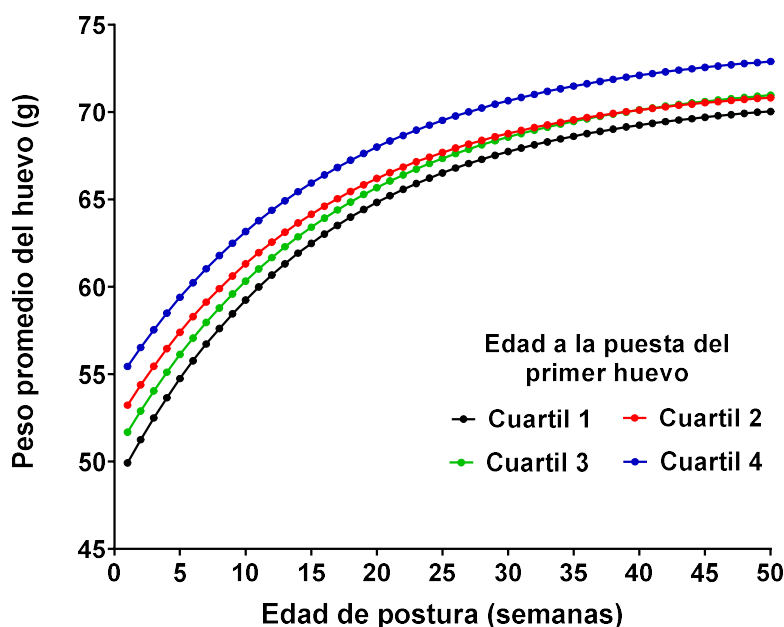


Figura 36 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por la edad a la puesta del primer huevo

El criterio de discriminación de las aves por su edad de inicio de la actividad productivo-reproductiva fue efectivo, con un mes de diferencia entre las más y las menos precoces. El retraso del inicio de la postura se reflejó en un mayor peso teórico del primer huevo con una tendencia similar en el peso asintótico que no alcanzó significado estadístico. El resto de los contrastes fueron no significativos. Independientemente de su cuartil de pertenencia las gallinas Campero Casilda no se diferenciaron en el peso asintótico de sus huevos ni en la velocidad para alcanzarlo. Tampoco se observaron diferencias en el rango de aumento del peso de los huevos a lo largo del ciclo. El retraso en la madurez sexual afectó el patrón dinámico del peso del huevo como consecuencia del aumento en el peso del huevo al iniciar el ciclo, diferencia que se mantuvo posteriormente a lo largo del mismo.

7.2.2. Efecto del peso corporal a la madurez sexual

La información se resume en el Tabla 51 y las trayectorias de las respectivas curvas de presentan en la Figura 37.

Tabla 51 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los peso del huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la madurez sexual				
Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4
Peso corporal a la puesta del 1 ^{er} huevo (g)	2472 a 2404-2567	2686 b 2652-2749	2862 c 2833-2881	3078 d 3016-3207
Peso asintótico del huevo (A – g)	69,7 a 64,7-72,7	70,3 ab 66,6-73,4	72,2 ab 69,3-75,9	72,7 b 69,6-79,6
Rango de pesos de los huevos (B – g)	21,0 18,2-23,1	17,8 15,9-21,9	20,7 19,2-27,5	20,3 18,5-22,7
Tasa de maduración (r – g ⁻¹)	0,942 0,915-0,955	0,940 0,923-0,951	0,941 0,928-0,960	0,952 0,931-0,967
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	49,3 a 44,8-52,8	50,6 ab 48,2-54,1	53,0 ab 48,9-57,2	53,7 b 50,3-58,0
Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
Tamaño muestral: n= 25 aves por categoría				
a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05				

Acorde con el criterio de clasificación utilizado se corroboró el efecto significativo del cuartil de pertenencia sobre el peso corporal a la puesta del primer huevo. Se observó un comportamiento creciente del peso asintótico del huevo con el aumento del peso de las aves a la madurez sexual, que sólo fue significativo para la comparación entre los grupos de aves más

livianas (Cuartil 1) y más pesadas (Cuartil 4). El rango de pesos de los huevos mostró un efecto significativo correspondiendo el menor valor a las aves del cuartil 2 y el mayor a las aves del cuartil 3. No se observó efecto de la categoría de peso a la madurez sexual sobre la tasa de maduración pero sí sobre el peso teórico del primer huevo con un máximo para las aves más pesadas (cuartil 4), un mínimo para las más livianas (cuartil 1) y valores intermedios para las gallinas de los cuartiles 2 y 3 de peso. La combinación particular de valores promedio de los estimadores de los parámetros de W&F para las aves de cada cuartil de peso corporal a la madurez sexual determinó trayectorias diferentes para el aumento del peso de los huevos con el progreso del ciclo de postura. Las aves más pesadas pusieron los huevos de mayor peso en todo el ciclo mientras que las más livianas al momento de romper postura pusieron los de menor peso. Las aves de los cuartiles intermedios mostraron patrones particulares en tanto se alejaron del paralelismo observado en los cuartiles extremos. Si bien las mismas comenzaron poniendo huevos con pesos similares, las trayectorias posteriormente se cruzan mostrando las aves del cuartil 3 el patrón comparativamente más ventajoso en tanto el peso de sus huevos progresó hacia un valor asintótico mayor -más cercano al de las gallinas del cuartil 4- con una velocidad (tasa de maduración para el carácter) también mayor que contribuyó a aumentar la diferencia en el peso del huevo conforme avanzaba el ciclo de postura.

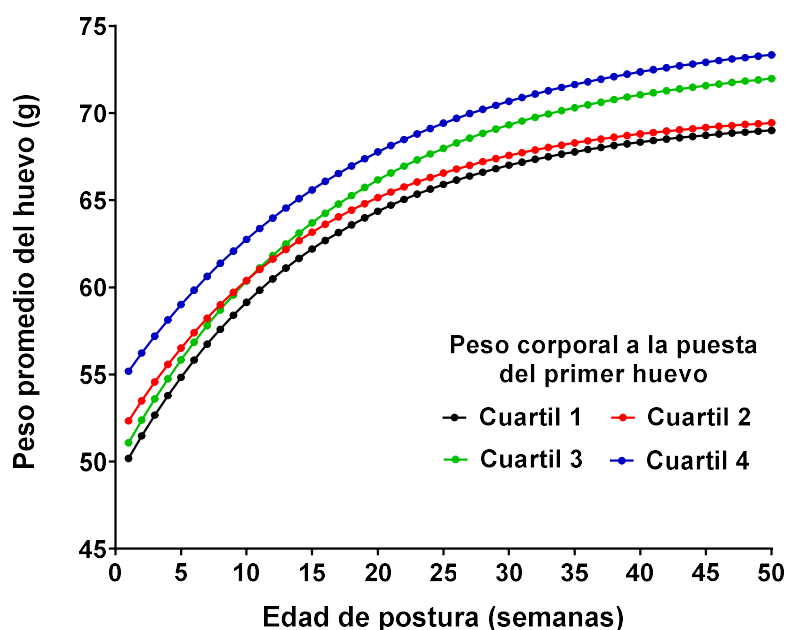


Figura 37 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a la puesta del primer huevo

7.2.3. Efecto conjunto de la edad y el peso a la madurez sexual

Dada la correlación fenotípica positiva y significativa entre la edad y el peso corporal a la madurez sexual (r de Spearman = 0,509; $p < 0,0001$ - Figura 38), los datos se concentraron mayoritariamente en los cuadrantes I ($n= 28$) y III ($n= 31$) versus II ($n= 27$) y IV ($n= 11$) Figura 39.

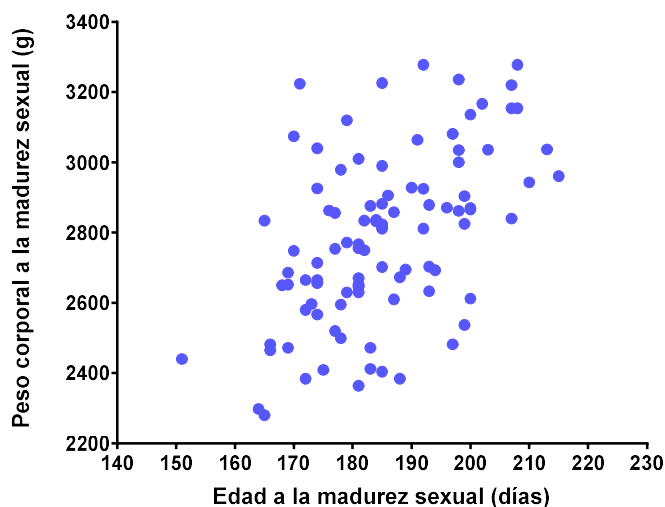


Figura 38 – Asociación edad y peso corporal a la puesta del primer huevo en gallinas Campero Casilda

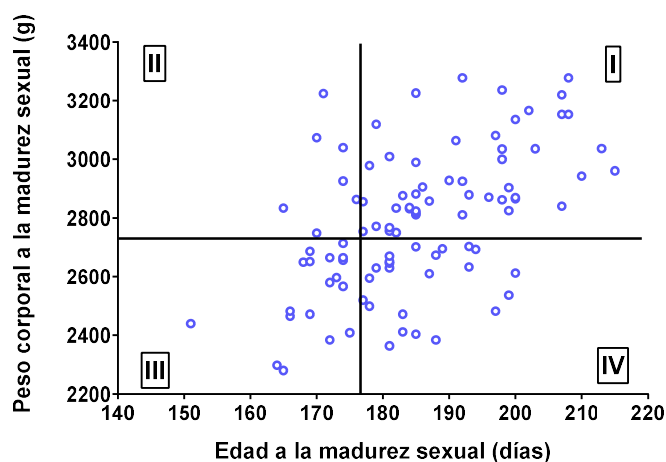


Figura 39 – Distribución de las aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por la edad y el peso corporal a la puesta del primer huevo

Los efectos del cuadrante de pertenencia sobre los estimadores de los parámetros de la función de W&F se resumen en la Tabla 52. No se observaron efectos significativos sobre la velocidad de aproximación al peso asintótico del huevo ni sobre el rango de aumento de peso de los huevos puestos a lo largo del ciclo. Las aves menos precoces y de mayor peso a la madurez sexual pusieron huevos de mayor peso teórico inicial y asintótico. La comparación de las aves de los Cuadrantes I y II (alto peso y diferente edad) con las de los cuadrantes III y IV (bajo peso y diferente edad) puso en evidencia mayor efecto del peso que de la edad a la madurez sexual. Entre las de bajo peso, las de mayor edad (Cuadrante IV) pusieron un primer huevo más pesado diferencia que se diluyó a lo largo de la postura presentando sus huevos pesos asintóticos similares dinámica atribuible a la mayor tasa de maduración (menor valor de r) de las gallinas ubicadas en el Cuadrante IV, si bien dicha diferencia no fue estadísticamente significativa (Figura 40).

Tabla 52 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por su edad y por su peso corporal a la madurez sexual

Variable	Cuadrante I N = 28 Edad > 185 d Peso > 2740 g	Cuadrante II N = 27 Edad ≤ 185 d Peso > 2740 g	Cuadrante III N = 31 Edad ≤ 185 d Peso ≤ 2740 g	Cuadrante IV N = 11 Edad > 185 d Peso ≤ 2740 g
Edad a la madurez sexual (días)	199 a (193 – 207)	181 b (176 – 185)	174 b (169 – 181)	193 a (188 – 197)
Peso corporal a la madurez sexual (g)	2961 a (2871 – 3145)	2836 a (2811 – 2990)	2574 b (2419 – 2652)	2612 b (2482 – 2693)
Peso asintótico del huevo (A – g)	74,0 a (70,6 – 78,7)	71,7 ab (67,3 – 78,3)	70,2 b (65,8 – 73,3)	69,7 b (63,7 – 74,5)
Rango de pesos de los huevos (B – g)	20,5 ab (18,5 – 23,1)	20,7 a (17,4 – 27,4)	20,8 ab (17,8 – 23,2)	17,7 b (16,2 – 21,5)
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,947 (0,932 – 0,967)	0,941 (0,909 – 0,957)	0,944 (0,929 – 0,955)	0,932 (0,920 – 0,952)
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	53,6 a (51,0 – 58,0)	51,1 b (46,9 – 56,8)	49,8 b (46,4 – 52,7)	51,1 b (48,5 – 54,6)
Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05				

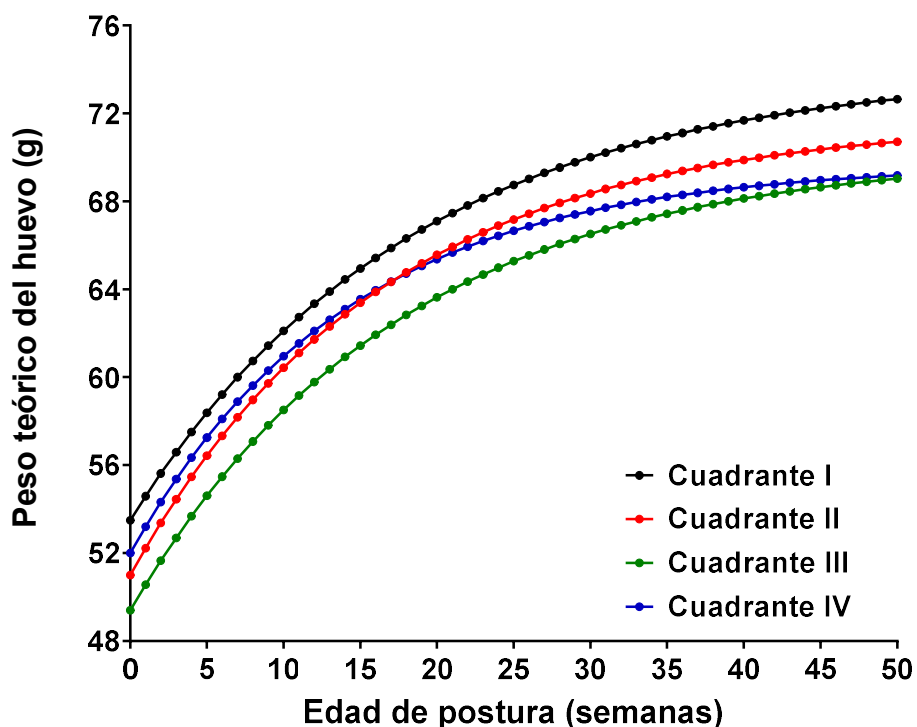


Figura 40 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por su edad y peso corporal a la puesta del primer huevo

7.2.4. Efecto del peso promedio de los diez primeros huevos

La Tabla 53 resume el valor de los estimadores de la función de W&F en función del cuartil de pertenencia. Las trayectorias de las curvas de aumento del peso del huevo se representan en la Figura 41.

El valor del peso promedio de los 10 primeros huevos puestos por las gallinas Campero Casilda fijó una diferencia -que se mantuvo a lo largo de todo el ciclo y afectó el patrón dinámico del carácter- asociada a un efecto sobre el tamaño asintótico del huevo sin modificación significativa de la velocidad de aproximación (tasa de maduración) a ese peso teórico final puesta de manifiesto en el paralelismo exhibido por las respectivas curvas.

Tabla 53 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los 10 primeros huevos

Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4
Peso promedio de los 10 primeros huevos (g)	49,1 a	52,2 b	54,7 c	58,9 d
Peso asintótico del huevo (A – g)	67,7 a	69,6 ab	72,2 b	77,8 c
	64,0-70,5	66,8-72,9	70,0-74,0	74,3-84,0
Rango de pesos de los huevos (B – g)	20,2	20,7	20,1	20,5
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,941	0,943	0,938	0,953
	0,914-0,950	0,913-0,952	0,927-0,956	0,932-0,973
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	46,9 a	50,1 ab	52,9 b	57,5 c
	43,5-49,8	48,4-52,2	51,0-54,0	56,5-59,3

Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)

Tamaño muestral: n= 25 aves por categoría

a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

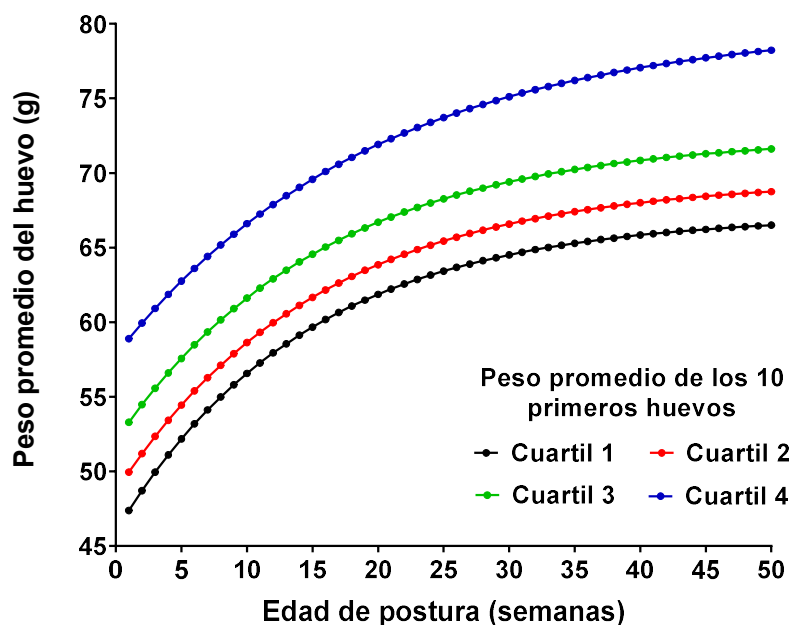


Figura 41 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de sus 10 primeros huevos

7.2.5. Efecto de la regularidad en el inicio de la postura

El criterio de discriminación resultó efectivo. El grupo de aves con inicio más regular de su postura tardó cinco días menos en poner los diez primeros huevos que el grupo con inicio de postura más irregular. Aquellas gallinas con mayor regularidad en el inicio de su postura – las que requirieron un menor número de días para poner los 10 primeros huevos- presentaron un patrón dinámico del peso de sus huevos más favorable caracterizado por comenzar con un primer huevo más pesado y aproximarse con menor velocidad a un peso asintótico mayor (Tabla 54).

Las diferencias en los valores de los estimadores de los parámetros A y r que definen la forma de la curva no se tradujeron en diferencias significativas en el rango del peso del huevo a lo largo del ciclo, razón por la cual las curvas presentaron trayectorias paralelas (Figura 42).

Tabla 54 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el número de días requeridas para poner los 10 primeros huevos

Variable	Categoría		Contraste	
	< Mediana ≤ 14 días	> Mediana ≥ 15 días	U de Mann- Whitney	P
Nº de días para poner los 10 primeros huevos	12 11-13	17 15-19	0	< 0,0001
Peso asintótico del huevo (A – g)	72,5 68,9-77,3	70,2 66,4-73,2	902	0,041
Rango de pesos de los huevos (B – g)	19,8 17,4-22,6	20,7 18,1-24,2	1012	0,210
Tasa de maduración (r – g ⁻¹)	0,946 0,933-0,961	0,938 0,901-0,951	795,5	0,0049
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	52,8 50,5-56,0	49,0 44,8-53,8	768	0,0025
Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
Tamaño muestral: n= 50 aves por categoría				

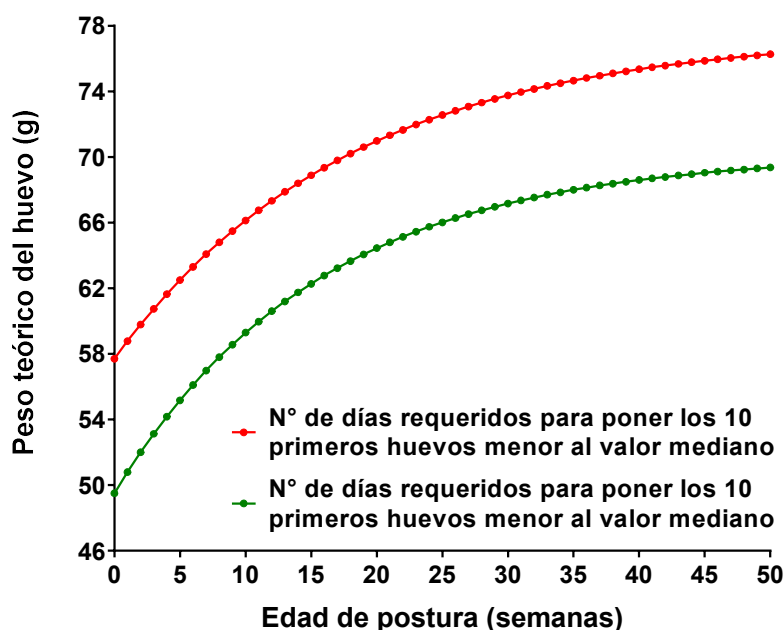


Figura 42 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por su regularidad en el inicio de la postura

7.2.6. Efecto de la uniformidad en el inicio de la postura

El criterio utilizado permitió categorizar a las aves en grupos con diferente coeficiente de variación para el peso de los 10 primeros huevos. Dicha diferencia no afectó el patrón dinámico de aumento de peso de los huevos de uno y otro grupo en tanto si bien aquellas aves que inician el ciclo poniendo huevos más uniformes en peso tendieron a presentar un mayor peso teórico, tanto inicial como asintótico, de los mismos ninguna de las variables asociadas con la trayectoria de modificación del peso del huevo con la edad de postura mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.

La Tabla 55 resume los valores de los estimadores de los parámetros de la función de W&F correspondientes a las dos categorías de aves. La Figura 43 describe gráficamente el comportamiento mencionado. Se observa el paralelismo de las trayectorias y el posicionamiento superior de la correspondiente al grupo de aves con mayor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos.

Tabla 55 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el coeficiente de variación del peso de los 10 primeros huevos

Variable	Categoría		Contraste	
	< Mediana CV $\leq$ 6,6 %	> Mediana CV $\geq$ 6,7 %	U de Mann-Whitney	P
CV del peso de los 10 primeros huevos (%)	5,2 4,2-6,0	8,9 7,5-14,4	0	< 0,0001
Peso asintótico del huevo (A – g)	72,2 67,9-75,5	70,8 67,3-76,7	1173	0,724
Rango de pesos de los huevos (B – g)	20,1 17,4-22,9	20,7 17,9-23,6	1129	0,507
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,941 0,927-0,955	0,943 0,918-0,956	1219	0,974
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	52,1 48,7-55,9	51,1 47,3-55,2	1096	0,373
Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
Tamaño muestral: n= 50 aves por categoría				

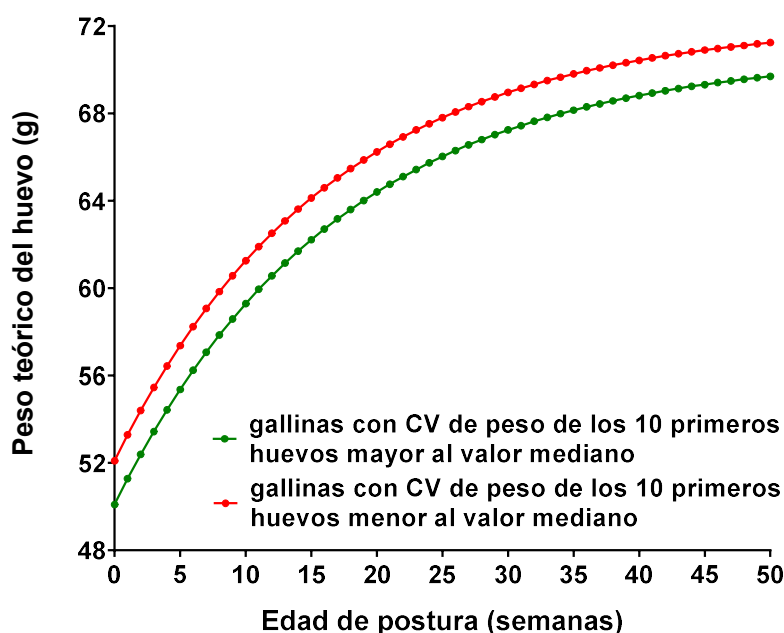


Figura 43 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por la uniformidad en peso de sus huevos en el inicio de la postura

7.2.7. Efecto conjunto de la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura

Si bien los dos caracteres considerados se asociaron positiva y significativamente (r de Spearman = 0,202; p = 0,046 - Figura 44), el valor de la asociación fue bajo. Los datos se concentraron mayoritariamente en el cuadrante III (Figura 45).

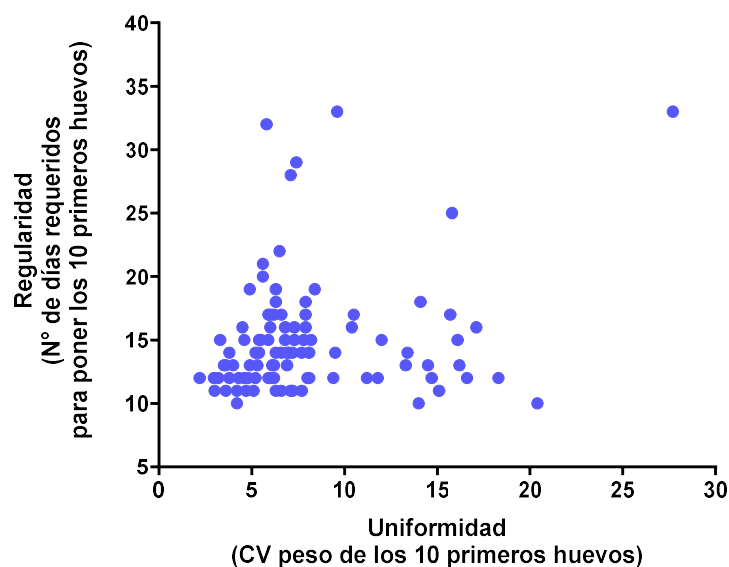


Figura 44 – Asociación regularidad en el inicio de la postura y uniformidad del peso de los primeros huevos en gallinas Campero Casilda

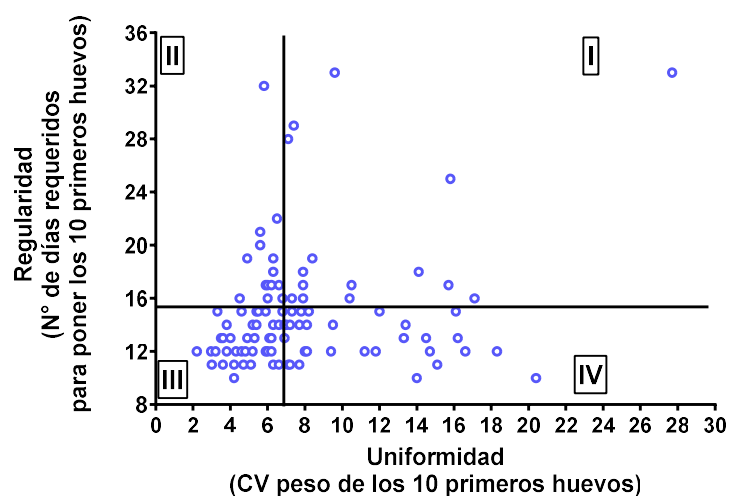


Figura 45 – Distribución de la aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por la regularidad en el inicio de la postura y uniformidad del peso de los primeros huevos

La Tabla 56 resume los valores de los parámetros de la función de W&F correspondientes a las aves ubicadas en cada cuadrante.

Tabla 56 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por la regularidad y uniformidad de su postura al inicio del ciclo				
Variable	Cuadrante I N = 23 CV > 6,8 N° ≥ 15	Cuadrante II N = 18 CV ≤ 6,8 N° ≥ 15	Cuadrante III N = 33 CV ≤ 6,8 N° < 15	Cuadrante IV N = 25 CV > 6,8 N° < 15
N° días para poner los 10 primeros huevos	16 a (15 – 19)	17 a (15 – 19)	12 b (11 – 13)	12 b (12 – 14)
CV del peso de los 10 primeros huevos (%)	8,2 a (7,4 – 14,1)	5,9 b (5,3 – 6,2)	4,8 b (3,8 – 6,0)	9,5 a (7,5 – 14,6)
Peso asintótico del huevo (A – g)	70,2 a (68,2 – 70,3)	69,4 a (65,1 – 76,5)	72,4 a (69,7 – 76,0)	72,7 a (67,2 – 78,7)
Rango de pesos de los huevos (B – g)	21,0 a (19,0 – 23,6)	19,9 a (17,4 – 26,3)	20,1 a (17,4 – 22,5)	19,3 a (16,1 – 24,2)
Tasa de maduración (r – g ⁻¹)	0,940 ab (0,902 – 0,952)	0,931 a (0,901 – 0,951)	0,949 b (0,932 – 0,957)	0,944 b (0,934 – 0,967)
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	49,0 a (44,6 – 52,7)	49,0 a (45,5 – 56,8)	52,9 b (51,1 – 55,8)	52,6 b (49,6 – 56,6)
Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05				

No se observaron diferencias significativas entre grupos en el peso asintótico del huevo ni en el rango de aumento de peso del huevo a lo largo del ciclo. Los grupos con mayor regularidad en el inicio de la postura (Cuadrante III y IV) presentaron, independientemente de la uniformidad en el peso de los primeros huevos, menor tasa de maduración (mayor valor de r) y mayor peso teórico del primer huevo. Independientemente de la uniformidad en el peso de los primeros huevos, las aves de los Cuadrantes I y II con un inicio irregular, comenzaron su postura con huevos de menor tamaño.

La Figura 46 representa gráficamente el comportamiento de los valores teóricos. Las aves ubicadas en los cuadrantes III y IV presentaron las trayectorias más favorables desde un punto de vista productivo.

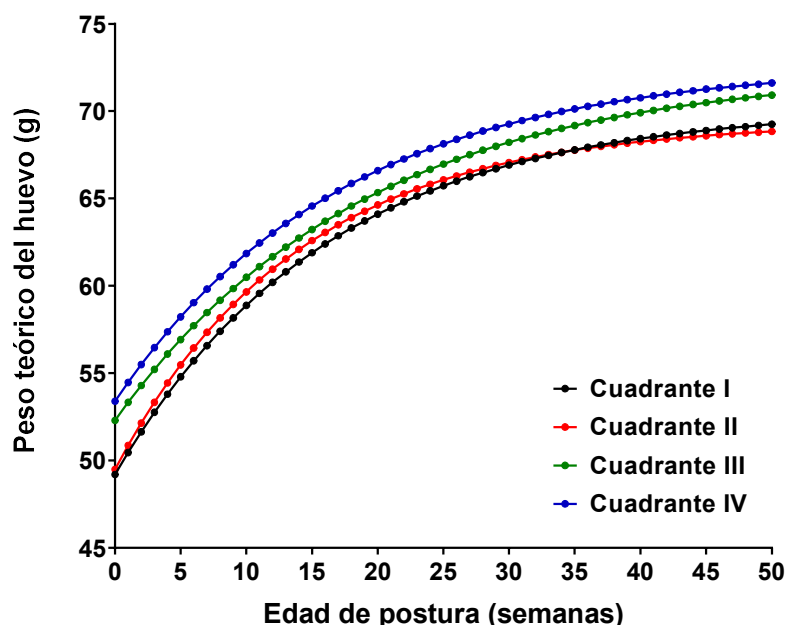


Figura 46 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura

7.2.8. Efecto del peso final del huevo

El criterio de discriminación permitió diferenciar cuatro grupos de aves con diferencias significativas en el peso del huevo al finalizar el ciclo productivo.

Tabla 57 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los huevos puestos en las semanas 68, 69 y 70

Variable	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4
Peso promedio de los últimos huevos (g)	64,5 a 62,0-65,5	67,8 b 61,1-52,8	71,2 c 54,0-55,1	76,8 d 56,7-60,1
Peso asintótico del huevo (A – g)	67,7 a 64,0-70,5	69,6 ab 66,8-72,9	72,2 b 70,0-74,0	77,8 c 74,3-84,0
Rango de pesos de los huevos (B – g)	20,2 a 16,9-23,7	20,7 a 16,8-23,6	20,1 a 18,4-22,0	20,5 a 17,4-23,3
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,941 a 0,914-0,950	0,943 a 0,913-0,952	0,938 a 0,927-0,956	0,953 a 0,932-0,973
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	46,9 a 43,5-49,8	50,1 ab 48,4-52,2	52,9 b 51,0-54,0	57,5 c 56,5-59,3

Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)

Tamaño muestral: n= 25 aves por categoría

a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

La diferencia en los valores experimentales de peso final del huevo se reprodujo en el comportamiento del estimador de peso asintótico de los huevos puestos por las aves de cada categoría y se asoció con diferencias tanto en el peso teórico del primer huevo como en el rango de aumento de peso del huevo a lo largo del ciclo sin diferencias significativas en la tasa de aproximación al valor asintótico (Tabla 57).

La Figura 47 muestra el comportamiento dinámico teórico del peso del huevo en cada uno de los grupos.

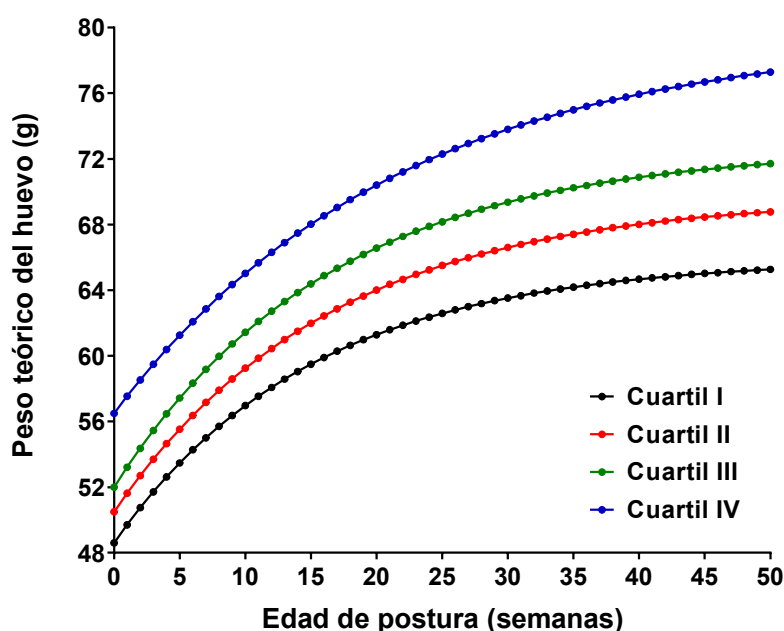


Figura 47 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas por el peso promedio de los últimos huevos del ciclo

7.2.9. Efecto conjunto del peso inicial y final del huevo

Se observó una correlación fenotípica positiva y significativa entre el peso de los huevos al inicio y al final del ciclo (r de Spearman = 0,655; $p < 0,0001$ - Figura 48) por lo cual los datos se concentraron mayoritariamente en los cuadrantes I ($n = 31$) y III ($n = 34$) versus II ($n = 12$) y IV ($n = 13$) - Figura 49.

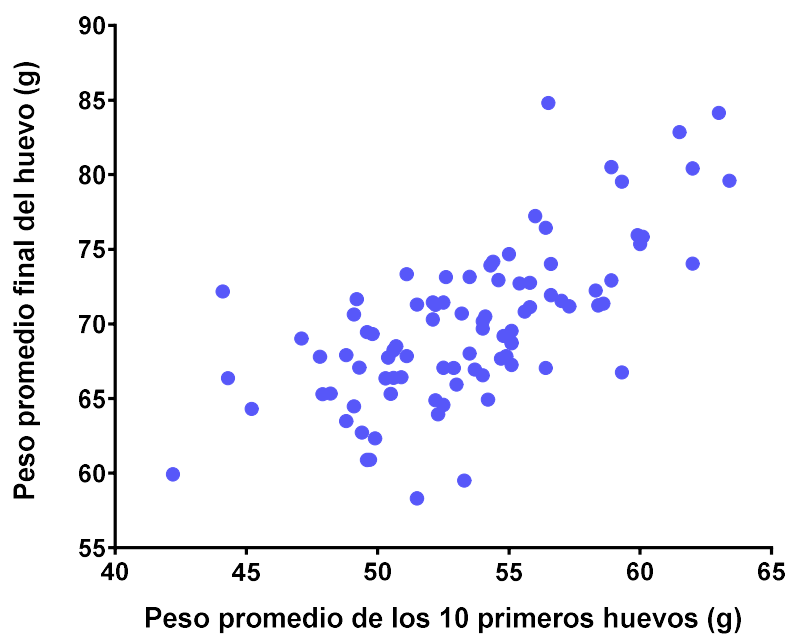


Figura 48 – Asociación entre el peso promedio inicial y el peso promedio final del huevo en gallinas Campero Casilda

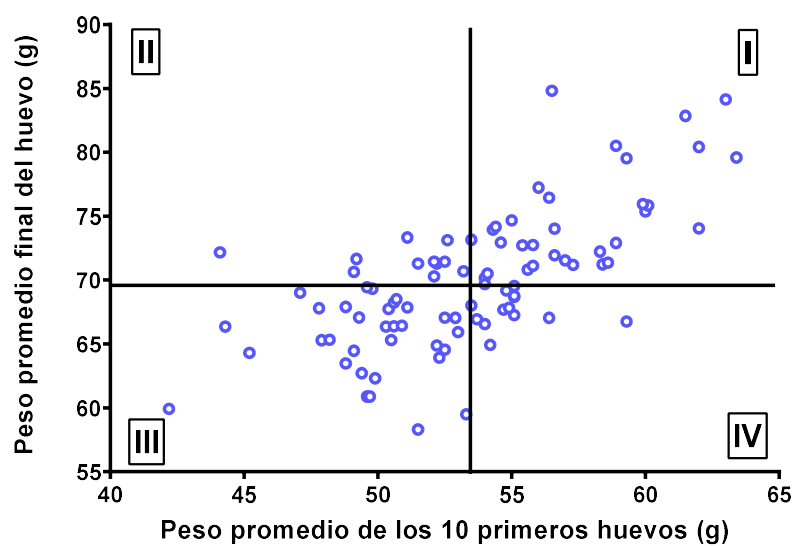


Figura 49 – Distribución de la aves Campero Casilda en el plano cartesiano definido por el peso promedio inicial y final del huevo

Tabla 58 - Estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicada al ajuste de los datos edad a la puesta del primer huevo versus edad de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por el peso inicial y final del huevo

Variable	Cuadrante I	Cuadrante II	Cuadrante III	Cuadrante IV
	N = 31	N = 12	N = 34	N = 13
	PI > 53,5 g PF > 69,9 g	PI ≤ 53,5 g PF > 69,9 g	PI ≤ 53,5 g PF ≤ 69,9 g	PI > 53,5 g PF ≤ 69,9 g
Peso inicial del huevo (g)	57,0 a (55,6 – 59,9)	52,1 b (49,7 – 52,6)	50,1 b (48,8 – 51,7)	54,9 a (54,1 – 55,1)
Peso final del huevo (g)	74,0 a (71,6 – 77,2)	71,4 a (70,8 – 72,9)	66,1 b (63,8 – 67,8)	67,7 b (66,9 – 69,0)
Peso asintótico del huevo (A – g)	77,3 a (72,7 – 80,0)	73,2 a (72,7 – 79,0)	67,2 b (65,1 – 69,7)	70,5 c (68,8 – 72,4)
Rango de pesos de los huevos (B – g)	21,0 a (18,7 – 23,3)	24,2 b (21,8 – 32,8)	19,2 ac (16,5 – 22,6)	19,0 c (16,8 – 20,4)
Tasa de maduración ($r - g^{-1}$)	0,951 a (0,930 – 0,967)	0,945 a (0,935 – 0,961)	0,941 a (0,909 – 0,950)	0,938 a (0,914 – 0,961)
Peso teórico del primer huevo (A-B g)	56,4 a (53,1 – 57,8)	50,8 a (47,0 – 53,4)	48,4 b (46,4 – 50,6)	53,3 b (49,8 – 54,6)

Todos los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)
a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

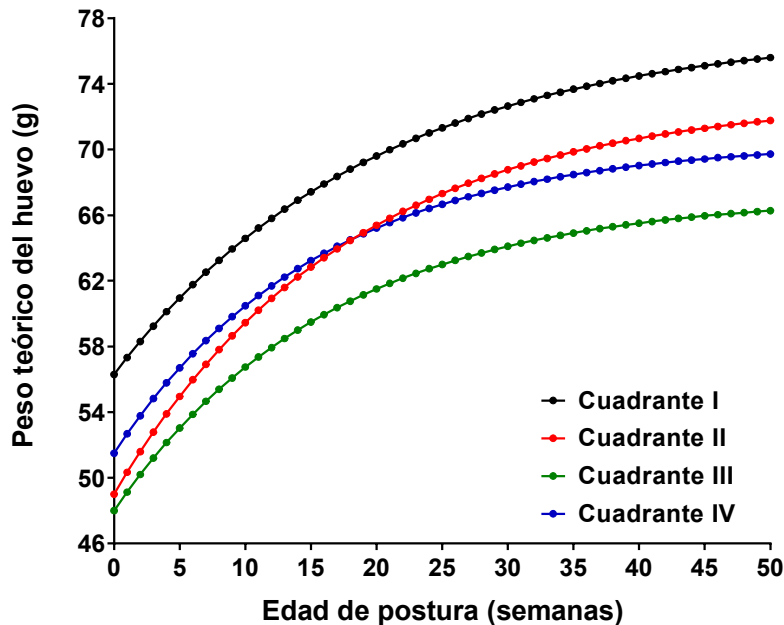


Figura 50 – Patrón dinámico del peso de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda discriminadas conjuntamente por el peso de sus huevos al inicio y a la finalización del ciclo

La Tabla 58 resume el valor de los estimadores de los parámetros de la función de W&F de los cuatro grupos de aves. El peso asintótico mostró valores en consonancia con el criterio de categorización correspondiendo los mayores pesos a los huevos puestos por las aves de los Cuadrantes I y II, independientemente de sus diferencias en el peso inicial de los mismos. Las diferencias en el peso inicial del huevo sí tuvieron trascendencia en el caso de las aves ubicadas en los Cuadrantes III y IV que pese a no diferenciarse en el peso experimental de sus últimos huevos, sí lo hicieron en el peso asintótico de los mismos que fue mayor para las pertenecientes al Cuadrante IV. Las aves del Cuadrante II que inician el ciclo poniendo huevos de menor peso y lo finalizan poniendo huevos de alto peso, presentaron el mayor rango de aumento del carácter a lo largo del ciclo. No se observaron diferencias significativas en la tasa de maduración mientras que el peso teórico inicial del primer huevo mostró, independientemente de los significados estadísticos, el menor valor en las aves del Cuadrante III (bajo peso inicial y final), el mayor en el caso de las aves del Cuadrante I (mayor peso inicial y final) y valores intermedios en las aves de bajo peso inicial de los dos cuadrantes restantes, con valores algo mayores en las del Cuadrante II con alto peso final del huevo.

Las trayectorias teóricas resultantes se presentan en la Figura 50. Se visualiza (a) el paralelismo de las curvas correspondientes a los Cuadrantes I y III que incluyen a las aves con combinaciones de los dos caracteres que acompañan al signo de la correlación fenotípica entre ambos, y (b) el cruce de las curvas -aproximadamente en la semana 20 de postura- correspondientes a los Cuadrantes II y IV correspondientes a las aves con combinaciones de los dos caracteres en sentido contrario al signo de la correlación entre el peso inicial y el peso final del huevo.

7.2.10. Análisis dinámico conjunto del peso del huevo y el peso corporal

En forma conjunta, las dos primeras componentes principales explicaron prácticamente el 80% (79,3%) de la variancia.

La primera componente principal (CP1) explicó el 48,1% de la variancia total observada y se correlacionó en forma significativa ($p < 0,0001$) con todas las variables, con signo negativo en el caso de las estimaciones de tamaño asintótico (peso corporal asintótico: $r = -0,695$; peso asintótico del huevo: $r = -0,772$) y con signo positivo en el caso de los estimadores de las

respectivas tasas de maduración (tasa de maduración para peso corporal: $r = 0,626$; tasa de madurez para peso del huevo: $r = 0,673$).

La segunda componente principal (CP2) explicó el 31,2% de la variancia total observada y se correlacionó en forma significativa ($p < 0,0001$) con todas las variables. En el caso del peso corporal, la asociación fue positiva con el valor asintótico ($r = 0,540$) y negativa con la tasa de maduración ($r = -0,617$). En el caso del peso del huevo, la asociación fue negativa con el valor asintótico ($r = -0,460$) y positiva con la tasa de maduración ($r = 0,605$).

Dados los signos de los coeficientes de correlación a mayor valor de CP1 correspondieron aves de menor peso corporal asintótico y mayor tasa de maduración para el carácter y de menor peso asintótico del huevo y mayor tasa de maduración, es decir, la combinación esperada de ambos caracteres teniendo en cuenta la incompatibilidad genética crecimiento reproducción y la asociación entre peso y tasa de maduración. Con respecto a CP2, a mayor valor de la componente correspondieron aves con mayor peso corporal asintótico y menor tasa de maduración para el carácter y menor peso asintótico del huevo y mayor tasa de aproximación a dicho peso final (menor tasa de maduración).

La representación conjunta de los valores de las dos primeras componentes en un plano cartesiano (abscisas: CP1 y ordenadas: CP2) permitió definir cuatro cuadrantes numerados de I a IV comenzando por el superior derecho y avanzando en sentido contrario a las agujas del reloj. La distribución de las aves en los cuatro cuadrantes no se apartó significativamente de lo esperado para un caso de distribución uniforme [Cuadrante I ($CP1 > 0$, $CP2 > 0$), $n = 17 = 19,1$ %; Cuadrante II ($CP1 < 0$, $CP2 > 0$), $n = 23 = 25,8$ %; Cuadrante III ($CP1 < 0$, $CP2 < 0$), $n = 21 = 23,9$ % y Cuadrante IV ($CP1 > 0$, $CP2 < 0$) $n = 28 = 31,5$ %; $X^2 = 2,87$; $p > 0,05$]. Dicha distribución se presenta esquemáticamente en la Figura 51.

Las aves del Cuadrante III representaron el 23,9% (21/88) de la población. Junto con las ubicadas en el Cuadrante I presentaron un peso corporal intermedio respecto de aquellas que ocupan los cuadrantes II (que fueron un 7,5 % más pesadas) y IV (que fueron un 13,5% más livianas). Dada la asociación negativa entre peso corporal y tasa de maduración para el carácter, las aves del Cuadrante III no difirieron en su tasa de maduración de las del Cuadrante I, mientras que fueron un 43 % más maduras que las aves más pesadas del Cuadrante II y un 38,1 % más inmaduras que las aves más livianas del Cuadrante IV. La combinación de los valores de los

estimadores de los parámetros que definen la forma de la curva de modificación del peso del huevo determinó que las aves del Cuadrante III, con valores intermedios de peso corporal y de tasa de maduración para peso corporal presenten los huevos más pesados durante todo el ciclo, mientras que las del Cuadrante I con las que comparten la dinámica de peso corporal, comienzan la postura con huevos de menor peso, por su mayor tasa de maduración alcanzan los valores promedio de peso del huevo de las aves ubicadas en los Cuadrantes II y IV, pero finalizan el ciclo poniendo, en promedio, los huevos más livianos (Figura 52).

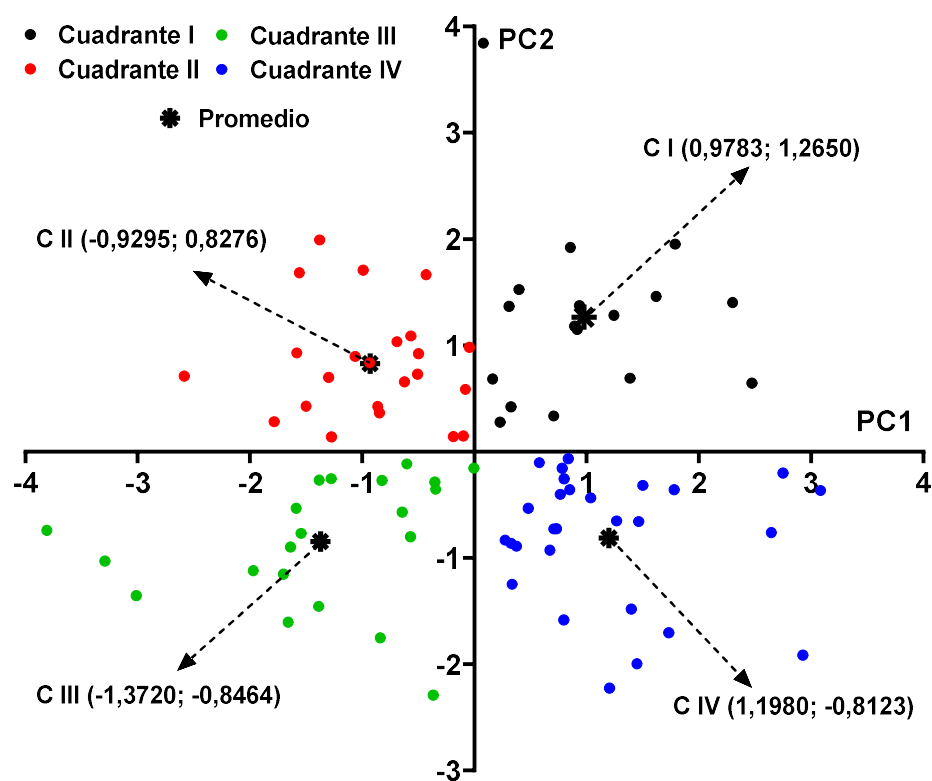


Figura 51 - Distribución de las aves en los cuadrantes del plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

La Tabla 59 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con valor biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal – edad y peso del huevo – edad. Se observó un efecto significativo ($p < 0,0001$) del cuadrante de pertenencia sobre

todas las variables: CP1 (F= 59,4), CP2 (F= 62,5), ASIPEs (F= 25,4), MADPEs (F= 36,6), ASIHUE (F= 22,1) y MADHUE (F= 39,6).

Tabla 59 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso corporal-edad cronológica y peso del huevo-edad cronológica en gallinas Campero Casilda discriminadas por el valor de las dos primeras componentes principales

	Cuadrante I N = 17	Cuadrante II N = 23	Cuadrante III N = 21	Cuadrante IV N = 28
CP1	0,9783 a ± 0,1782	-0,9295 b ± 0,1316	- 1,3720 b ± 0,2201	1,1980 a ± 0,1524
CP2	1,2650 a ± 0,2040	0,8276 a ± 0,1097	- 0,8464 b ± 0,1300	- 0,8123 b ± 0,1158
ASIPEs	3.503 a ± 81,2	3.807 b ± 49,4	3.543 a ± 58,7	3.118 c ± 51,5
MADPEs	0,0751 a ± 0,0053	0,0530 b ± 0,0036	0,0759 a ± 0,0054	0,1226 c ± 0,0057
ASIHUE	68,0 a ± 1,08	71,8 a ± 0,76	79,2 b ± 1,32	70,0 a ± 0,90
MADHUE	0,0983 a ± 0,0068	0,0590 b ± 0,0023	0,0365 c ± 0,0028	0,0722 b ± 0,0037

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
a, b, Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05

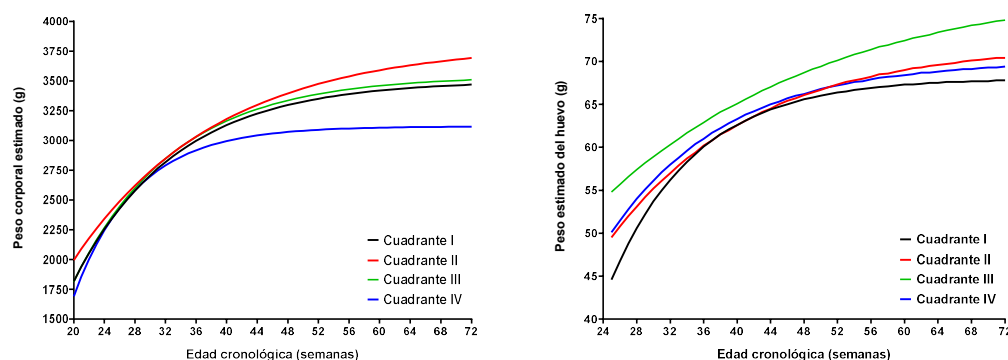


Figura 52 - Patrones dinámicos del peso corporal (izquierda) y del peso del huevo (derecha) de aves Campero Casilda discriminadas por el cuadrante de pertenencia en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

7.2.11. Efecto del desarrollo de los ornamentos sexuales

La Tabla 60 resume los valores de los estimadores de la función de Weatherup & Foster. Las aves pertenecientes al Cuadrante I, con mayor desarrollo de los ornamentos sexuales presentaron menor peso asintótico del huevo y tasa de maduración para el carácter y menor peso teórico del primer huevo, sin diferir significativamente de aquellas ubicadas en el Cuadrante III en el rango de aumento del peso del huevo a lo largo del ciclo de producción (Figura 53).

Tabla 60 - Estimadores de la función exponencial asintótica de Weatherup & Foster de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Variable	Cuadrante		Contraste	
	I (n= 32)	III (n= 38)	Estadístico	Probabilidad
A (g)	69,8 ± 1,11	75,9 ± 1,60	t= 2,985	0,004
r (g ⁻¹)	0,915 ± 0,0121	0,945 ± 0,0042	t= 2,462	0,016
B (g)	20,9 ± 0,88	22,3 ± 1,26	t= 0,835	0,407
(A - B) (g)	48,9 ± 0,98	53,6 ± 0,70	t= 4,040	0,0001

C I: Cuadrante I (valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote)
 CIII: Cuadrante III (valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote)
 Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
 A: peso asintótico del huevo r: tasa de maduración para peso del huevo
 B: rango de peso del huevo (A - B): peso teórico del primer huevo

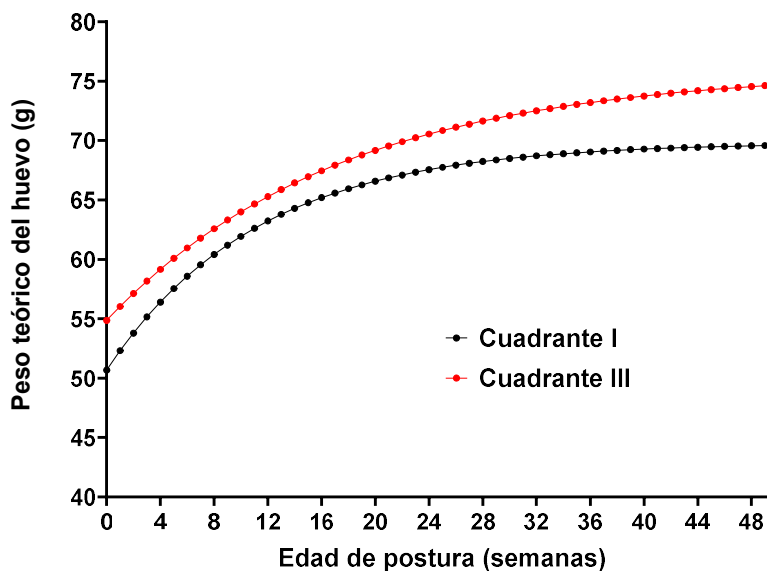


Figura 53 - Curvas teóricas de aumento de peso del huevo de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

7.3. Comparación Campero Casilda versus reproductoras comerciales pesadas

Campero Casilda presentó un valor asintótico A ($72,8 \pm 0,83$ g) que no difirió significativamente del correspondiente a las reproductoras Ross 308 (71,9 g; $t = 1,117$; $P = 0,245$), pero fue mayor al de Cobb 500 (70,8 g; $t = 2,465$; $P = 0,015$). El valor promedio del estimador de la tasa de maduración r para peso del huevo en Campero Casilda ($0,9396 \pm 0,00452$ g⁻¹) no difirió significativamente del correspondiente a las reproductoras Ross 308 ($r = 0,9397$ g⁻¹; $t = 1,351$; $P = 0,180$) pero fue mayor al de Cobb 500 ($r = 0,9056$ g⁻¹; $t = 6,196$; $P < 0,0001$) indicando similar velocidad de aproximación al peso asintótico del huevo A 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 de Campero Casilda ($21,3 \pm 0,67$ g) fue similar al de los dos genotipos de referencia (Ross 308: 21,4 g; $t = 0,178$; $P = 0,859$ y Cobb 500: 21,2 g; $t = 0,179$; $P = 0,882$). Por último, el peso estimado promedio del primer huevo (A - B) de Campero Casilda ($51,6 \pm 0,55$ g) fue levemente mayor al de Ross 308 (50,5 g; $t = 1,930$; $P = 0,056$) y significativamente mayor al de Cobb 500 (49,6 g; $t = 3,574$; $P = 0,005$) (Figura 54).

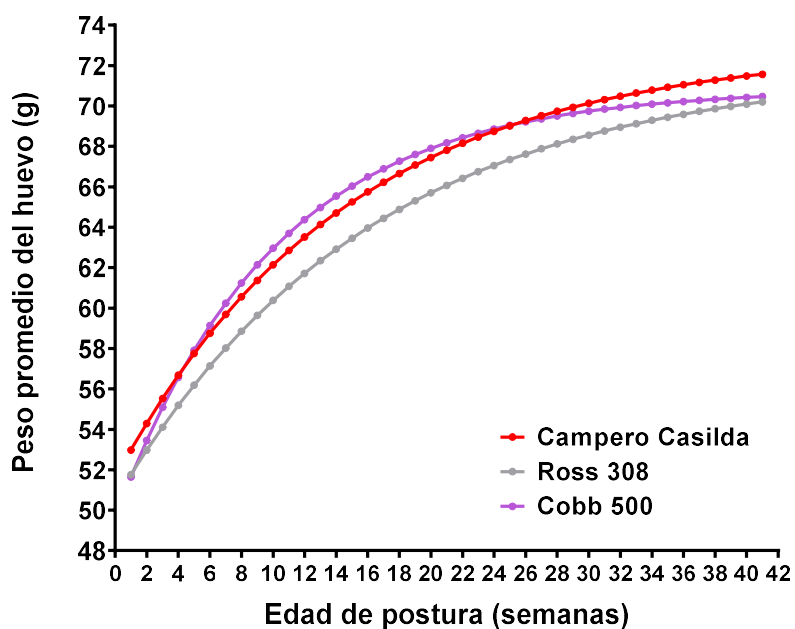


Figura 54 – Patrón teórico de aumento de peso del huevo de gallinas Campero Casilda y dos genotipos comerciales de reproductoras pesadas

8. Uniformidad en el peso del huevo

Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

La representación gráfica de los valores del coeficiente de variación del peso semanal de los huevos en función de la edad de postura permitió identificar diferentes patrones según el grupo genético considerado.

Campero Casilda presentó tres etapas: Etapa 1, entre las semanas 1 y 15; Etapa 2, entre las semanas 16 y 37 y Etapa 3, entre las semanas 38 y 50. La Etapa 1 presentó un comportamiento lineal decreciente -aumento de la uniformidad-, con una pendiente ($b \pm Sb = -0,2815 \pm 0,01773$) significativamente diferente de cero ($F= 252$; $P< 0,0001$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,955$. La Etapa 2 presentó un comportamiento lineal uniforme -mantenimiento de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = 0,006494 \pm 0,006698$) no significativamente diferente de cero ($F= 0,940$; $P= 0,344$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,045$. La Etapa 3 presentó un comportamiento lineal creciente -disminución de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = 0,09769 \pm 0,03404$) significativamente diferente de cero ($F= 8,239$; $P= 0,015$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,428$.

Negra INTA también presentó tres etapas. La Etapa 1, entre las semanas 1 y 11, presentó un comportamiento lineal decreciente -aumento de la uniformidad-, con una pendiente ($b \pm Sb = -0,3522 \pm 0,05156$) significativamente diferente de cero ($F= 46,7$; $P= 0,0002$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,8695$. La Etapa 2, entre las semanas 12 y 23, presentó un comportamiento lineal creciente -disminución de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = 0,115 \pm 0,02896$) significativamente diferente de cero ($F= 15,77$; $P= 0,0026$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,612$. La Etapa 3, entre las semanas 24 y 50, presentó un comportamiento lineal uniforme -mantenimiento de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = 0,001508 \pm 0,01031$) no significativamente diferente de cero ($F= 0,0214$; $P= 0,885$) y un valor del coeficiente de determinación $R^2= 0,0008$.

Rhode Island Red, por su parte, presentó dos etapas. La Etapa 1, entre las semanas 1 y 9 y la Etapa 2, entre las semanas 10 y 50. La Etapa 1 presentó un comportamiento lineal decreciente -aumento de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = -0,8483 \pm 0,236$) significativamente diferente de cero ($F= 12,91$; $P= 0,0058$) y un valor del coeficiente de

determinación $R^2 = 0,5893$. La Etapa 2 presentó un comportamiento lineal creciente -disminución de la uniformidad- con una pendiente ($b \pm Sb = 0,03664 \pm 0,0141$) si bien significativamente diferente de cero ($F = 6,753$; $P = 0,0134$), de bajo valor absoluto, y un valor del coeficiente de determinación $R^2 = 0,1543$.

La Figura 55 describe gráficamente los comportamientos del indicador de uniformidad del peso del huevo en los diferentes grupos.

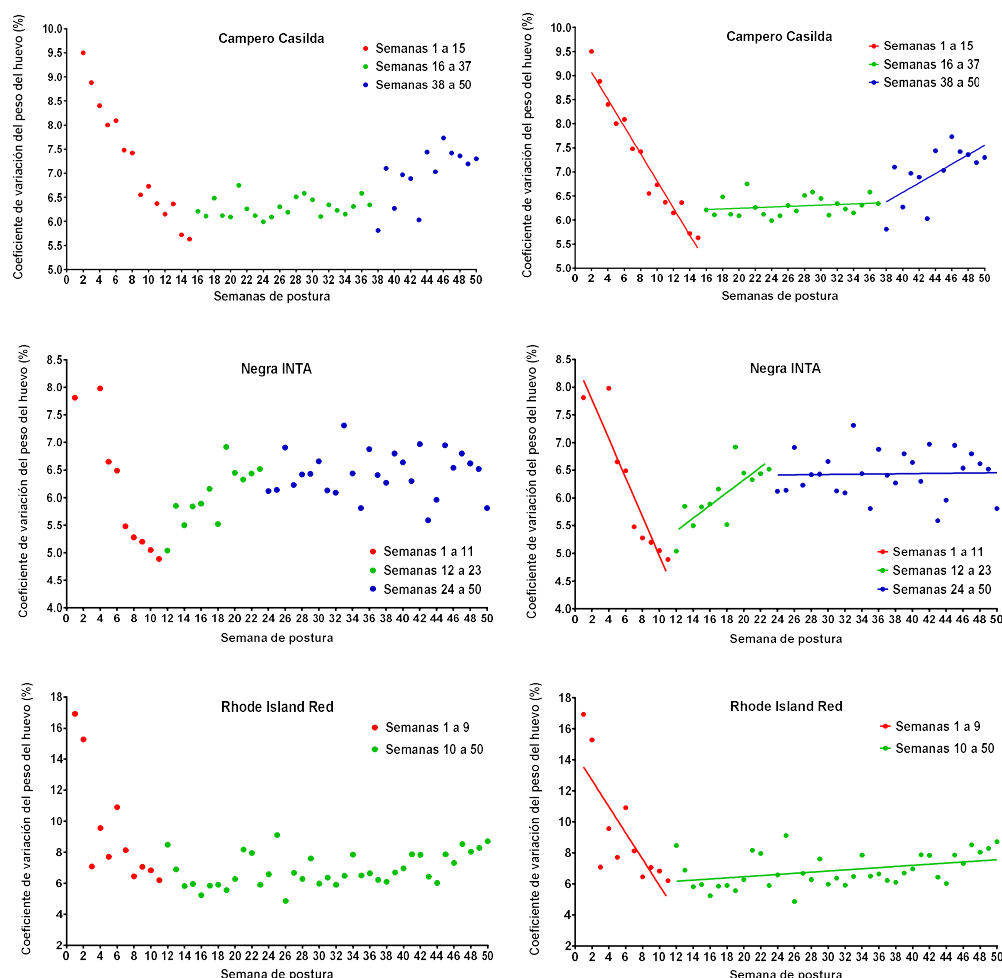


Figura 55 – Comportamiento dinámico multietápico del coeficiente de variación semanal del peso del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras para sistemas semi-intensivos de primer ciclo en función de la edad de postura

Campero Casilda comenzó la etapa de persistencia a la novena semana de postura aumentó la uniformidad del peso del huevo hasta alcanzar un máximo aproximadamente a las 15 semanas y mantuvo la uniformidad hasta la semana 37, momento a partir del cual la misma comenzó a deteriorarse (aumento del CV del peso promedio semanal del huevo).

Negra INTA comenzó la etapa de persistencia de la postura una semana después que Campero Casilda (semana 10) en el momento de máxima uniformidad. En la primera parte de la etapa de persistencia, hasta la semana 23 de postura, sus huevos perdieron uniformidad en el peso, estabilizándose de ahí en más hasta la finalización del ciclo en un valor del CV cercano al 6,5%.

Rhode Island Red alcanzó el pico de postura a las 12 semanas, momento posterior a haber alcanzado el máximo de uniformidad -valor mínimo del CV aproximadamente del 6%-momento a partir del cual perdió sostenidamente uniformidad en el peso del huevo con un aumento semanal del CV del 0,008% que si bien de bajo valor, determinó que finalizara el ciclo con un CV del peso de sus huevos de aproximadamente el 8%.

Con diferentes comportamientos dinámicos, los tres grupos finalizaron el primer ciclo de postura con valores similares de uniformidad en el peso de sus huevos.

9. Forma y tamaño del huevo

9.1. Estudio a igual edad cronológica

9.1.1. Análisis transversal

9.1.1.1. Periodo total

La Tabla 61 resume el significado de los efectos de los factores principales (grupo genético y edad de registro) y de la interacción simple entre ambos.

Tabla 61 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre el peso del huevo, la forma y sus componentes								
Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	52,8	< 0,001	21,1	< 0,001	43,5	< 0,001	0,34	0,709
Edad	152	< 0,001	126	< 0,001	196	< 0,001	6,81	< 0,001
Interacción	5,32	< 0,001	3,65	0,002	6,48	< 0,001	12,6	< 0,001

Se observó una interacción genotipo x edad de registro significativa para las tres variables evaluadas (longitud, anchura y forma del huevo) atribuible en todos los casos a oscilaciones en el orden relativo de los valores promedio de los tres genotipos en las diferentes edades tal como se observa en la Figura 56.

Las interacciones mencionadas limitan la interpretación del significado de los efectos de los dos factores principales. Independientemente de tales interacciones, la edad cronológica se presentó como una fuente de variación significativa para la forma y sus componentes debido a que tanto la longitud, como la anchura aumentaron sus valores promedio con el avance del ciclo de postura mientras que el valor promedio del índice de forma disminuyó.

La anchura del huevo alcanzó el valor máximo en la semana 45 mientras que la longitud máxima se alcanzó a partir de la semana 53 de postura.

El índice de forma, pese a presentar fluctuaciones puntuales en los períodos evaluados, se mantuvo en valores similares en los diferentes genotipos. Las aves de los tres grupos comenzaron su postura con huevos de forma ligeramente redondeada ($IF > 76$) y la finalizaron con huevos de forma satisfactoria.

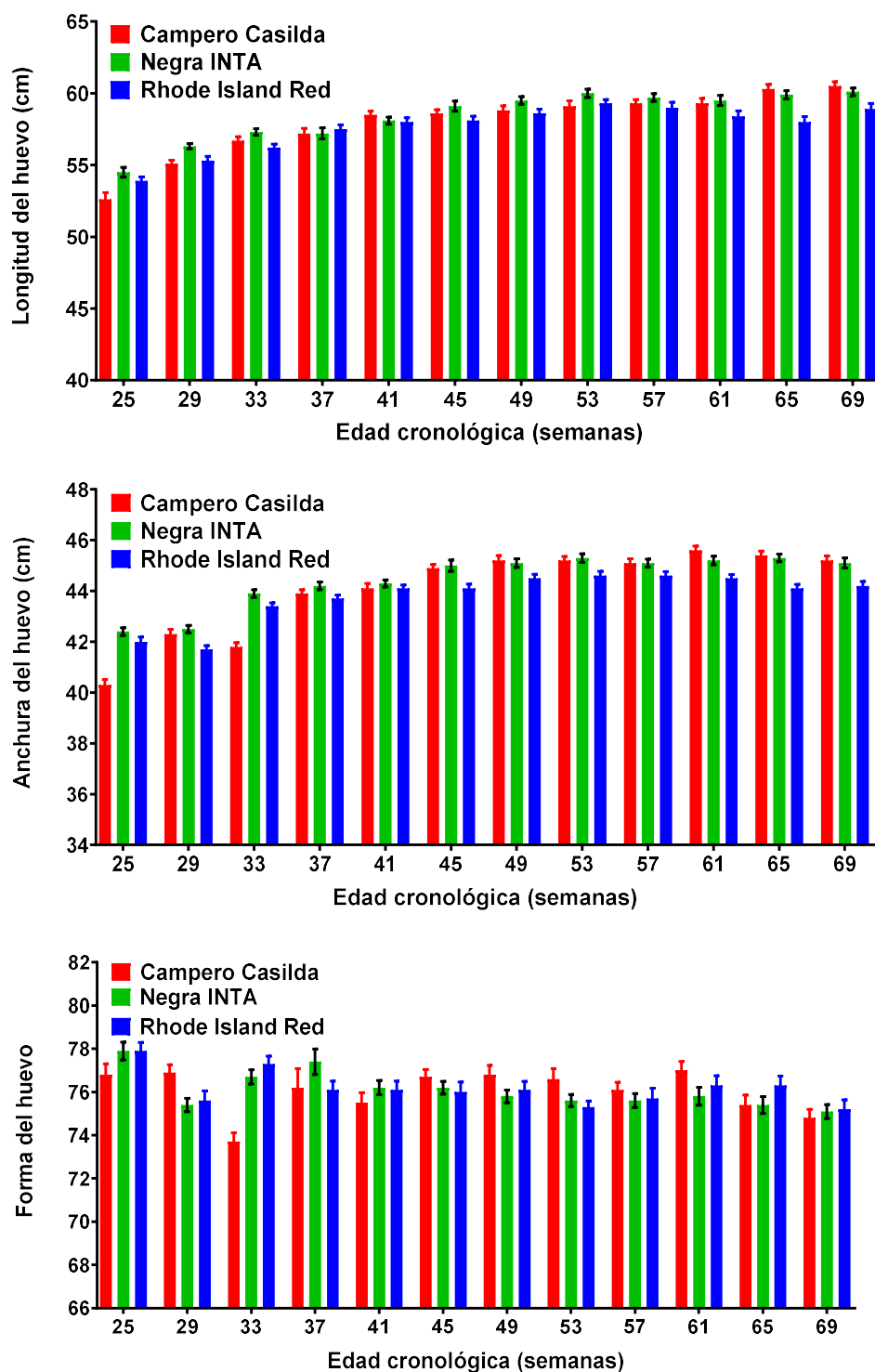


Figura 56 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x período de registro para la forma de los huevos y los componentes que la determinan en tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos durante su primer ciclo de postura

9.1.1.2. Primer cuarto del ciclo de postura

En el primer cuarto del ciclo de postura se constató un comportamiento particular de Campero Casilda que diferenció a los huevos puestos por estas aves de los correspondientes a Negra INTA y Rhode Island Red, genotipos estos que presentaron comportamientos muy similares entre sí. En comparación con RIR, los huevos puestos por NI fueron más pesados, más anchos y largos en las tres edades consideradas. Pese a la diferencia en longitud y anchura, la combinación de ambas dimensiones determinó ausencia de diferencia en la forma. CC, por su parte, presentó a las 25 semanas de edad huevos, en promedio, más livianos hecho atribuible a que las aves de este grupo genético rompieron postura a las 24 semanas, un mes después que los otros dos grupos. El peso de los huevos puestos por CC aumentó rápidamente igualando a RIR a las 29 semanas y a NI a las 33 semanas. El aumento en la longitud reprodujo el comportamiento descrito para el peso, no así la anchura que si bien aumentó en el período 25 - 29 mostró una tendencia decreciente en el período 29 - 33. Como consecuencia, el IF en CC se mantuvo inicialmente estable para después disminuir su valor pasando la forma de sus huevos de la categoría redondeada a la categoría satisfactoria (Tablas 62 y 63).

Tabla 62 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

	25 semanas			29 semanas			33 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso (g)	48,9 ± 0,67	55,0 ± 0,53	53,5 ± 0,68	56,7 ± 0,61	59,8 ± 0,50	56,7 ± 0,56	60,7 ± 0,66	61,1 ± 0,58	58,7 ± 0,53
Longitud (mm)	52,3 ± 0,35	54,4 ± 0,30	53,9 ± 0,27	55,1 ± 0,24	56,4 ± 0,19	55,3 ± 0,30	56,7 ± 0,28	57,3 ± 0,23	56,2 ± 0,25
Anchura (mm)	40,3 ± 0,22	42,4 ± 0,15	42,0 ± 0,19	42,3 ± 0,19	42,5 ± 0,15	41,7 ± 0,15	41,8 ± 0,17	43,9 ± 0,15	43,4 ± 0,13
Forma	76,8 ± 0,50	77,9 ± 0,41	78,0 ± 0,39	77,0 ± 0,33	75,4 ± 0,31	75,6 ± 0,46	73,7 ± 0,41	76,7 ± 0,33	77,3 ± 0,36

Tamaño muestral: n = 50 huevos por grupo genotipo - edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tabla 63 - Significado estadístico de los efectos. Primer cuarto del ciclo de postura

Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	22,7	< 0,001	18,2	< 0,001	57	< 0,001	6,68	0,0014
Edad	130	< 0,001	107	< 0,001	15,7	< 0,001	16,9	< 0,001
Interacción	9,67	< 0,001	4,35	0,002	17,5	< 0,001	12,6	< 0,001

Se observó interacción estadísticamente significativa tanto para el peso del huevo como para la forma y las dos variables que la determinan. Las mismas se describen gráficamente en la Figura 57.

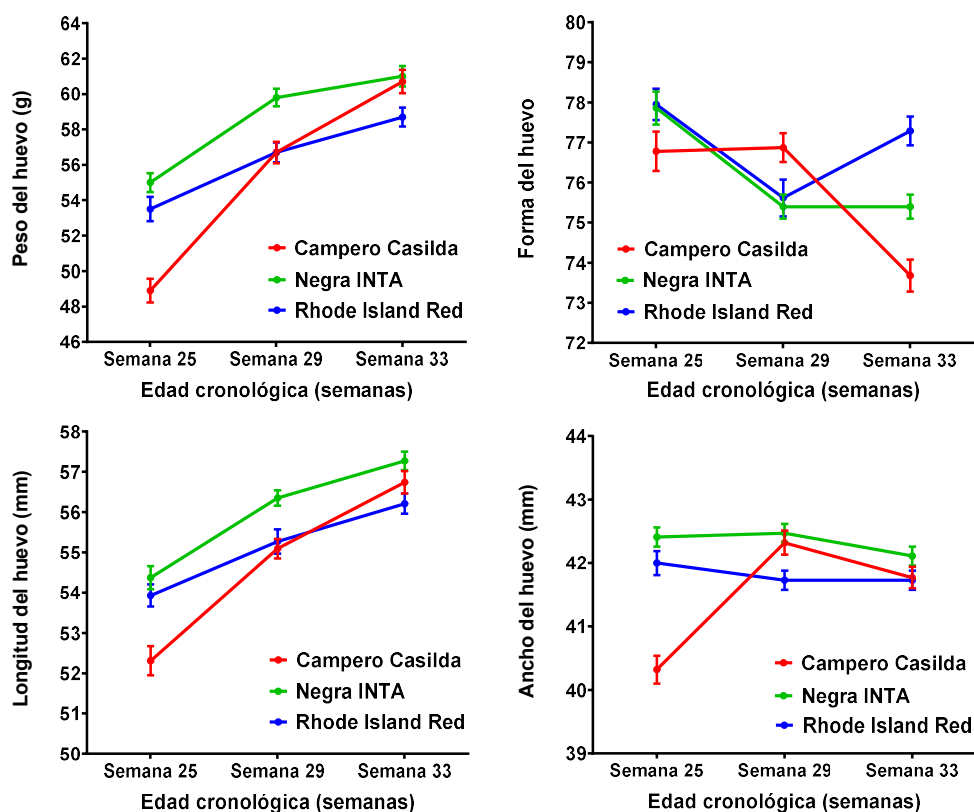


Figura 57 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

9.1.1.3. Segundo cuarto del ciclo de postura

Durante este período no se observaron efectos estadísticamente significativos de la interacción en ninguna de las variables analizadas (Figura 58).

La edad de determinación afectó en forma significativa el peso del huevo al igual que las dos dimensiones lineales – longitud y anchura -que definen su forma pero no así esta última poniendo en evidencia un aumento armónico de la longitud y la anchura. El genotipo afectó el peso del huevo que fue menor en Rhode Island Red y su anchura que también fue menor en este genotipo. La diferencia en anchura no fue de magnitud suficiente como para, ante la

similitud en la longitud, dar lugar a diferencias significativas entre genotipos en la forma de los huevos. Las aves Campero Casilda y Rhode Island Red pusieron, en este período, huevos de forma satisfactoria (IF para ambos grupos= 76,1) mientras que los huevos puestos por Negra INTA tendieron a ser más redondeados (IF= 76,7).

Los valores promedio de las diferentes variables y el significado de los efectos evaluados se resumen en las Tablas 64 y 65, respectivamente.

Tabla 64 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

	37 semanas			41 semanas			45 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso (g)	61,6 ± 0,55	62,3 ± 0,56	60,7 ± 0,53	63,7 ± 0,67	63,3 ± 0,51	62,5 ± 0,58	66,0 ± 0,55	65,5 ± 0,63	62,9 ± 0,64
Longitud (mm)	57,2 ± 0,34	57,2 ± 0,38	57,5 ± 0,30	58,5 ± 0,25	58,2 ± 0,25	58,0 ± 0,30	58,6 ± 0,25	58,8 ± 0,24	58,1 ± 0,31
Anchura (mm)	43,9 ± 0,15	44,2 ± 0,15	43,7 ± 0,14	44,1 ± 0,20	44,3 ± 0,14	44,1 ± 0,14	44,9 ± 0,14	44,8 ± 0,15	44,1 ± 0,17
Forma	76,2 ± 0,89	77,5 ± 0,59	76,1 ± 0,41	75,5 ± 0,46	76,2 ± 0,33	76,1 ± 0,41	76,7 ± 0,34	76,3 ± 0,30	76,0 ± 0,46

Tamaño muestral: n = 50 huevos por grupo genotipo - edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tabla 65 - Significado estadístico de los efectos. Segundo cuarto del ciclo de postura

Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	8,53	0,0002	0,55	0,577	7,26	0,0008	1,32	0,269
Edad	23,6	< 0,001	13,7	< 0,001	14,4	< 0,001	1,96	0,100
Interacción	1,32	0,263	1,01	0,401	1,96	0,100	1,12	0,345

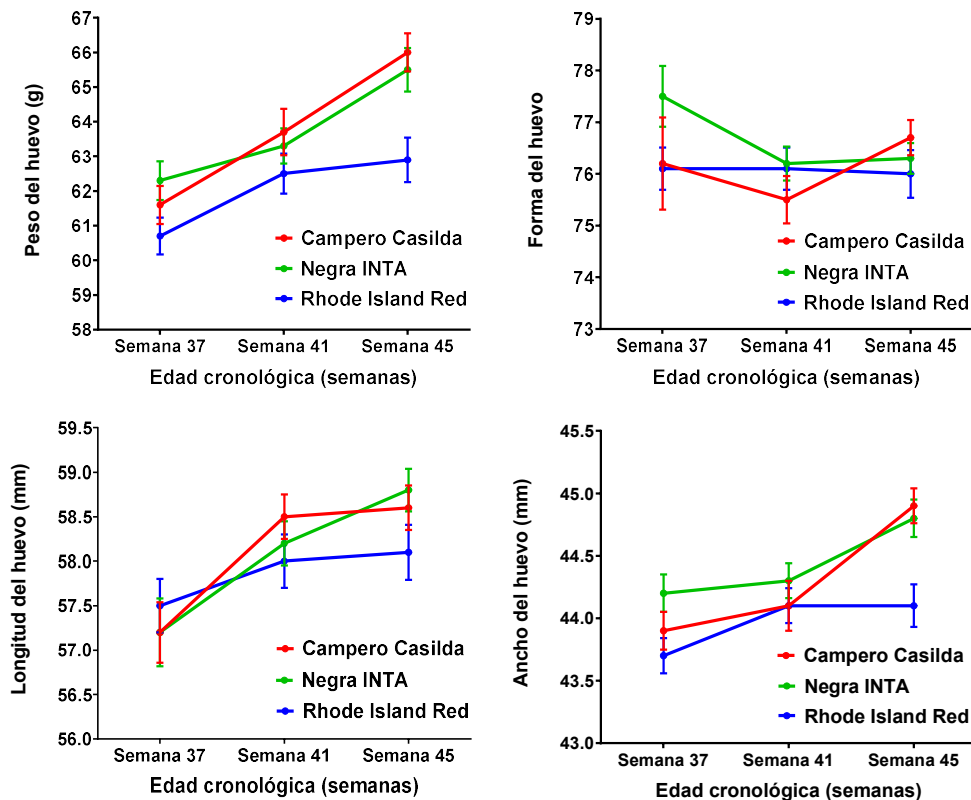


Figura 58 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

9.1.1.4. Tercer cuarto del ciclo de postura

Los valores promedio de las diferentes variables evaluadas en el tercer cuarto del ciclo de postura se resumen en la Tabla 66 y el significado estadístico de los efectos de los factores principales y de la interacción, en la Tabla 67.

No se observó efecto significativo de la interacción sobre ninguno de los caracteres analizados (Figura 59). El período registro tampoco afectó en forma significativa el valor promedio de los diferentes caracteres, mientras que el grupo genético afectó los valores promedio del peso atribuible al menor valor de Rhode Island Red, la longitud que fue mayor en Negra INTA, la anchura que fue menor en Rhode Island Red y la forma correspondiendo a Campero Casilda huevos más redondeados.

Tabla 66 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

	49 semanas			53 semanas			57 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso (g)	67,4 ± 0,75	67,0 ± 0,71	64,6 ± 0,67	68,1 ± 0,70	68,2 ± 0,76	65,8 ± 0,70	67,7 ± 0,69	67,6 ± 0,69	65,1 ± 0,73
Longitud (mm)	58,8 ± 0,32	59,6 ± 0,27	58,6 ± 0,29	59,1 ± 0,38	60,0 ± 0,29	59,3 ± 0,26	59,3 ± 0,27	59,7 ± 0,27	59,0 ± 0,37
Anchura (mm)	45,2 ± 0,19	45,1 ± 0,17	44,5 ± 0,16	45,2 ± 0,16	45,3 ± 0,17	44,6 ± 0,17	45,1 ± 0,17	45,1 ± 0,16	44,6 ± 0,16
Forma	76,8 ± 0,44	75,8 ± 0,29	76,1 ± 0,39	76,6 ± 0,49	75,6 ± 0,28	75,3 ± 0,28	76,1 ± 0,35	75,7 ± 0,32	75,7 ± 0,47

Tamaño muestral: n = 50 huevos por grupo genotipo - edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

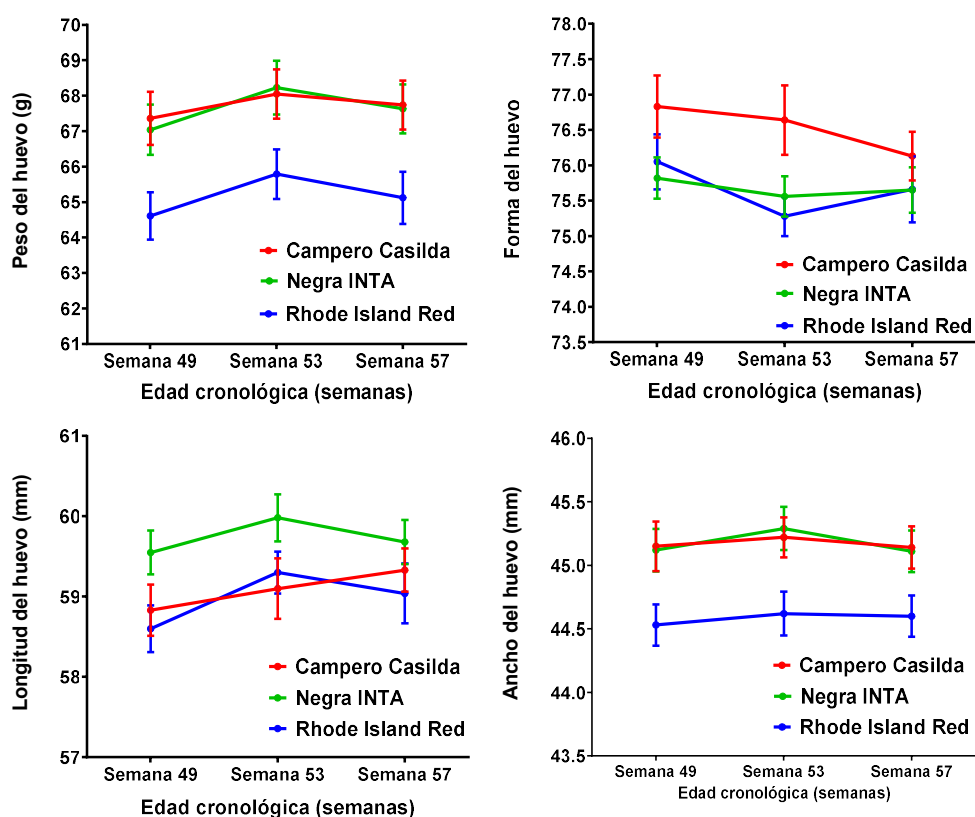


Figura 59 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Tabla 67 - Significado estadístico de los efectos – Tercer cuarto del ciclo de postura

Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	0,04	0,997	5,39	0,005	12,2	< 0,001	5,28	0,005
Edad	1,55	0,214	1,91	0,149	0,37	0,691	1,21	0,299
Interacción	1,32	0,263	0,31	0,871	0,07	0,992	0,45	0,776

9.1.1.5. Cuarto final del ciclo de postura

La Tabla 68 resume los valores promedio de las diferentes variables evaluadas en el cuarto final del ciclo de postura; el significado estadístico de los efectos de los factores principales y de la interacción, en la Tabla 69.

Tabla 68 - Peso del huevo, forma del huevo y variables que la determinan, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el cuarto final del ciclo de postura

	61 semanas			65 semanas			69 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso (g)	69,1 ± 0,71	67,2 ± 0,67	64,8 ± 0,68	69,2 ± 0,74	68,0 ± 0,66	62,8 ± 0,74	68,8 ± 0,69	67,7 ± 0,76	63,9 ± 0,83
Longitud (mm)	59,3 ± 0,34	59,3 ± 0,29	58,4 ± 0,37	60,3 ± 0,33	59,9 ± 0,29	58,0 ± 0,38	60,5 ± 0,31	60,1 ± 0,28	58,9 ± 0,39
Anchura (mm)	45,6 ± 0,17	44,9 ± 0,17	44,2 ± 0,15	45,4 ± 0,17	45,3 ± 0,15	44,1 ± 0,16	45,2 ± 0,18	45,1 ± 0,20	44,2 ± 0,18
Forma	77,0 ± 0,41	76,0 ± 0,37	76,3 ± 0,46	75,4 ± 0,46	75,6 ± 0,33	76,3 ± 0,43	74,8 ± 0,40	75,1 ± 0,32	75,2 ± 0,44

Tamaño muestral: n = 50 huevos por grupo genotipo - edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tabla 69 - Significado estadístico de los efectos – Cuarto final del ciclo de postura

Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	41,7	< 0,001	19,8	< 0,001	42,6	< 0,001	0,62	0,541
Edad	0,20	0,820	4,69	0,010	0,27	0,766	8,96	0,0002
Interacción	1,06	0,375	1,21	0,306	1,30	0,270	1,31	0,267

No se observó efecto significativo de la interacción grupo genético x período de registro sobre ninguno de los caracteres evaluados (Figura 60). Tampoco la edad de las aves modificó en forma significativa los valores promedio de dichos caracteres. El grupo genético afectó el peso, la longitud y la anchura de los huevos pero no su forma .

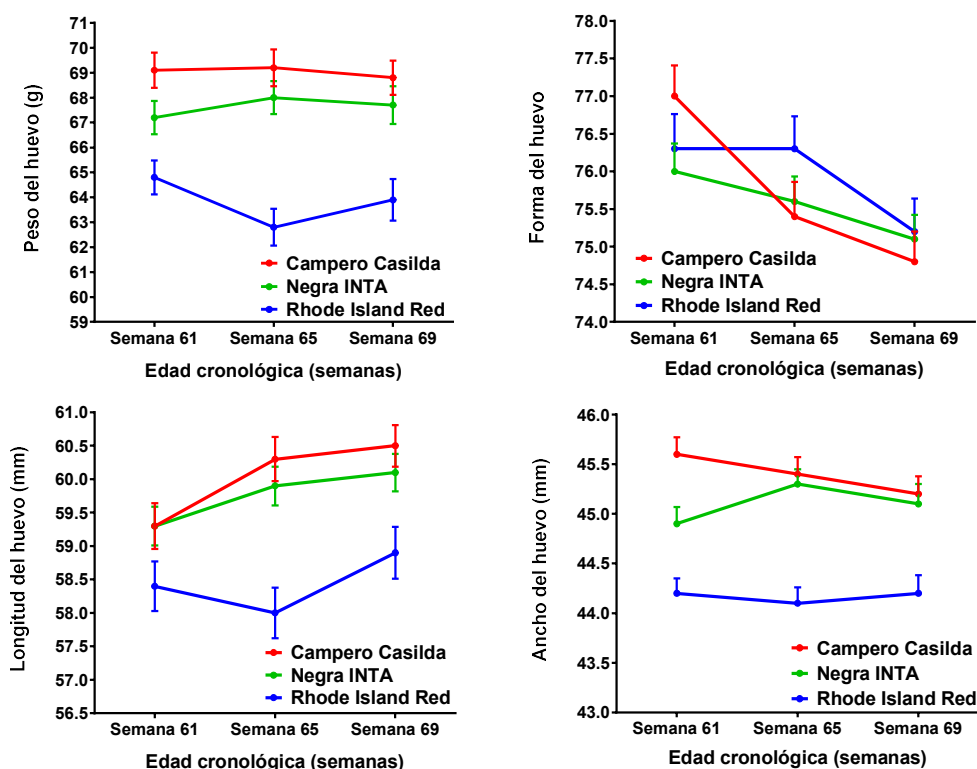


Figura 60 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el cuarto final del ciclo de postura

9.1.2. Análisis longitudinal

9.1.2.1. Longitud del huevo

La Tabla 70 resume los valores de los estimadores de los parámetros con valor biológico de la función de Brody en los tres grupos genéticos. Se constató un buen ajuste de los datos experimentales a juzgar por los valores del coeficiente de determinación lineal ajustado (R^2) y del comportamiento aleatorio y la distribución normal de los residuales.

Se rechazó la hipótesis de una única función común a los tres grupos para el ajuste de los datos ($F = 7,672$; $P < 0,0001$). Campero Casilda y Negra INTA pusieron huevos que tienden hacia un valor asintótico similar, pero con una tasa de maduración mayor en el cruzamiento experimental que en la ponedora autosexante. En consecuencia, si bien Campero Casilda comenzó poniendo huevos de menor longitud que Negra INTA, la diferencia entre ambos

genotipos se hizo no evidente al final del ciclo de postura. Rhode Island Red, por su parte, comenzó poniendo huevos de longitud intermedia y dicha longitud aumentó hacia un valor asintótico menor al de los otros dos grupos, pero con mayor velocidad. Estos comportamientos se presentan en la Figura 61.

Tabla 70 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos longitud promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$A \pm S_A$	$60,1 \pm 0,29$	$60,4 \pm 0,35$	$58,9 \pm 0,25$
$k \pm S_k$	$0,0828 \pm 0,01181$	$0,0682 \pm 0,01285$	$0,1020 \pm 0,02055$
R^2 ajustado	0,970	0,958	0,932
Test de rachas	$p = 0,424$	$p = 0,392$	$p = 0,652$
Normalidad	$p = 0,160$	$p = 0,747$	$p = 0,622$

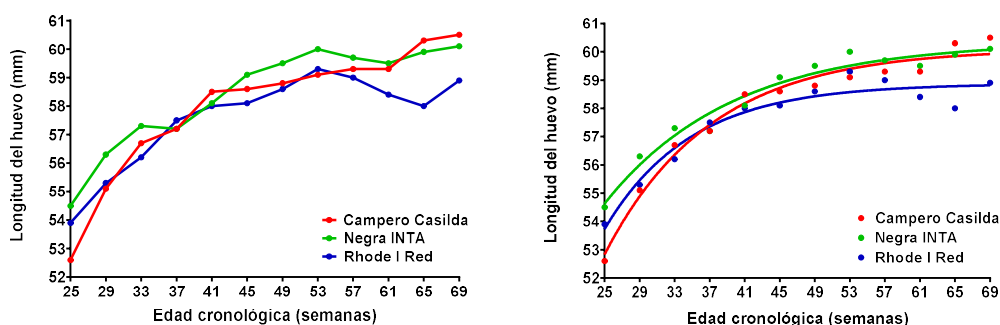


Figura 61 - Comportamiento dinámico de la longitud del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

9.1.2.2. Anchura del huevo

La Tabla 71 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con valor biológico de la función de Brody en los tres grupos genéticos. Se constató un buen ajuste de los datos experimentales a juzgar por los valores del coeficiente de determinación lineal ajustado (R^2) y del comportamiento aleatorio y la distribución normal de los residuales.

Se rechazó la hipótesis de una única función común para los datos de los tres grupos genéticos ($F = 7,432$; $P < 0,0001$). Campero Casilda y Negra INTA pusieron huevos que tienden hacia un valor asintótico similar, pero con una tasa de maduración mayor en el cruzamiento experimental que en la ponedora autosexante. En consecuencia, si bien Campero Casilda

comenzó poniendo huevos más angostos que Negra INTA, la diferencia entre ambos genotipos desapareció al final del ciclo de postura. Rhode Island Red, por su parte, comenzó poniendo huevos con un anchura intermedio y este componente de la forma aumentó hacia un valor asintótico menor al de los otros dos grupos, pero con mayor velocidad. La Figura 62 presenta gráficamente estos comportamientos.

Tabla 71 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos anchura promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$A \pm S_A$	$45,7 \pm 0,35$	$45,4 \pm 0,20$	$44,5 \pm 0,24$
$k \pm S_k$	$0,0799 \pm 0,01803$	$0,0806 \pm 0,01750$	$0,0980 \pm 0,03173$
R^2 ajustado	0,931	0,947	0,871
Test de rachas	p= 0,933	p= 0,854	p= 0,533
Normalidad	p= 0,077	p= 0,090	p= 0,544

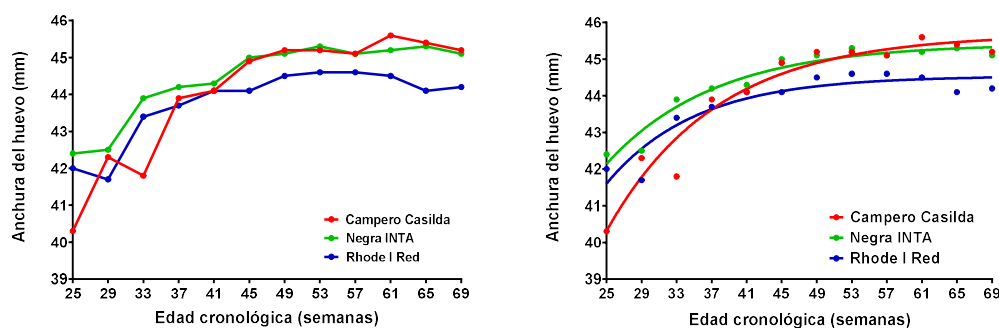


Figura 62 - Comportamiento dinámico de la anchura del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

9.1.2.3. Forma del huevo

La Tabla 72 presenta los valores de los estimadores de los parámetros de la función lineal en los tres genotipos. Todas las pendientes presentaron signo negativo. Si bien el desvío de la linealidad fue no significativo, se observó una notoria dispersión de los valores experimentales, a juzgar por los valores del coeficiente de determinación, en particular en Campero Casilda y Rhode Island Red. En dichos genotipos, y posiblemente debido a la variancia mencionada, las pendientes fueron marginalmente diferentes de cero, situación

diferente a la constatada en Negra INTA. Sin embargo, la comparación de las pendientes mostró un efecto no significativo del grupo genético ($F = 0,370$; $P = 0,694$) lo que permitió calcular una pendiente común para los tres grupos ($bc = -0,0331$) y comparar las alturas de las rectas de regresión. La comparación de las ordenadas tampoco fue estadísticamente significativa ($F = 0,317$; $P = 0,731$), con un valor común a los tres grupos de $a = 77,73$.

Tabla 72 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos índice de forma promedio del huevo versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$b \pm S_b$	$-0,0267 \pm 0,01303$	$-0,0422 \pm 0,01304$	$-0,0303 \pm 0,01400$
$a \pm S_a$	$77,5 \pm 0,638$	$78,1 \pm 0,639$	$77,6 \pm 0,686$
R^2	0,295	0,512	0,320
$H_0) \beta = 0$	$F = 4,188$; $p = 0,068$	$F = 10,48$; $p = 0,009$	$F = 4,694$; $p = 0,056$
Aleatoriedad	$p = 0,197$	$p = 0,825$	$p = 0,854$
Normalidad	$p = 0,991$	$p = 0,073$	$p = 0,914$

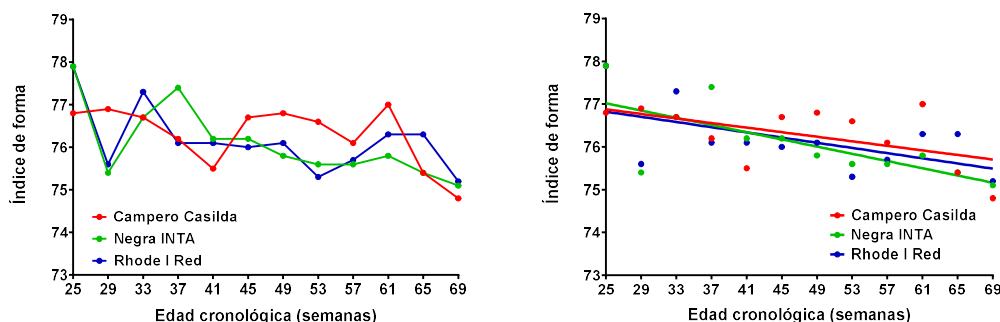


Figura 63 - Comportamiento dinámico del índice de forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: ajustes lineales

La Figura 63 describe el comportamiento mencionado, mientras que la Figura 64 pone en evidencia las diferencias entre genotipos en la edad a la que sus huevos pasan de presentar forma redondeada a forma satisfactoria.

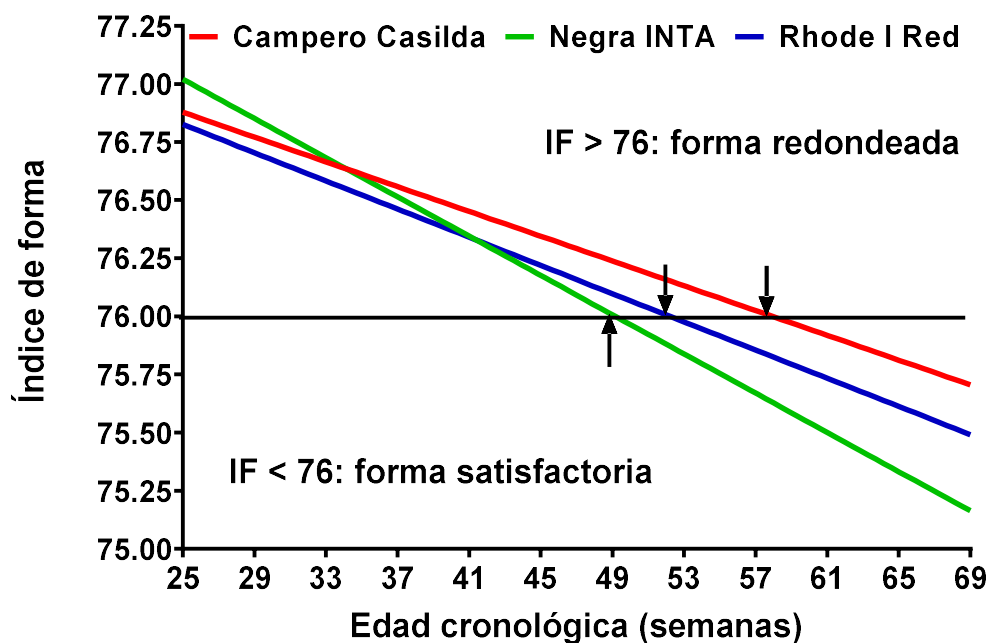


Figura 64 - Comportamiento teórico del índice de forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas. Las flechas muestran la edad a la cual la forma del huevo pasa de redondeada a satisfactoria

9.2. Análisis transversal a igual edad de postura

Las Tablas 73,74,75 y 76 resumen los valores del peso, longitud, anchura y forma de los huevos en los tres grupos genéticos. La Tabla 77 presenta el significado estadístico de los efectos.

Tabla 73 - Peso del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
Semana 11	59,5 ± 0,60	60,5 ± 0,65	57,1 ± 0,81
Semana 20	64,0 ± 0,64	63,8 ± 0,67	61,6 ± 0,69
Semana 28	66,8 ± 0,60	66,6 ± 0,65	63,2 ± 0,56
Semana 36	69,1 ± 0,61	67,6 ± 0,53	65,1 ± 0,57
Semana 44	69,1 ± 0,69	67,3 ± 0,65	64,6 ± 0,70

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
Tamaño muestral: 50 huevos por grupo genético y por edad

Peso del huevo - El efecto de la interacción fue no significativo. Se observó un efecto significativo del grupo genético atribuible al menor peso promedio de los huevos puestos por las aves Rhode Island Red y un efecto significativo de la edad debido a la naturaleza creciente del carácter (Figura 65, ángulo superior izquierdo).

Tabla 74 - Longitud del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
Semana 11	56,0 ± 0,29	56,5 ± 0,23	55,2 ± 0,28
Semana 20	57,7 ± 0,27	58,5 ± 0,27	57,3 ± 0,29
Semana 28	58,9 ± 0,34	59,3 ± 0,28	57,7 ± 0,24
Semana 36	59,5 ± 0,31	59,7 ± 0,33	59,1 ± 0,30
Semana 44	60,2 ± 0,35	59,4 ± 0,31	58,4 ± 0,31

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: 50 huevos por grupo genético y por edad

Longitud del huevo - El efecto de la interacción fue no significativo. Se observó un efecto significativo del grupo genético en tanto las aves Rhode Island Red pusieron huevos más cortos y un efecto significativo de la edad dada la naturaleza creciente del carácter (Figura 65, ángulo inferior izquierdo).

Tabla 75 - Anchura del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
Semana 11	43,6 ± 0,17	42,3 ± 0,14	41,5 ± 0,14
Semana 20	44,3 ± 0,15	44,4 ± 0,17	44,0 ± 0,15
Semana 28	45,1 ± 0,14	44,9 ± 0,19	44,3 ± 0,12
Semana 36	45,3 ± 0,17	45,0 ± 0,12	44,6 ± 0,13
Semana 44	45,4 ± 0,17	45,2 ± 0,16	44,5 ± 0,17

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: 50 huevos por grupo genético y por edad

Anchura del huevo - El significado del efecto de la interacción limitó la interpretación de los significados observados sobre los factores principales: grupo genético con huevos más angostos en el caso de las aves Rhode Island Red) y edad debido a la naturaleza creciente del carácter. (Figura 65, ángulo inferior derecho).

Tabla 76 - Forma del huevo en tres genotipos de ponedoras camperas evaluadas a la misma edad de postura

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
Semana 11	78,0 ± 0,45	74,9 ± 0,34	75,3 ± 0,38
Semana 20	76,8 ± 0,38	76,0 ± 0,30	76,8 ± 0,34
Semana 28	76,6 ± 0,47	75,7 ± 0,45	76,9 ± 0,29
Semana 36	76,3 ± 0,44	75,5 ± 0,46	75,6 ± 0,39
Semana 44	75,6 ± 0,37	76,1 ± 0,38	76,3 ± 0,40

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar
Tamaño muestral: 50 huevos por grupo genético y por edad

Forma del huevo – El significado de la interacción, atribuible al comportamiento del índice de forma al inicio del ciclo, limitó la interpretación del significado estadístico del grupo genético (Figura 65, ángulo superior derecho).

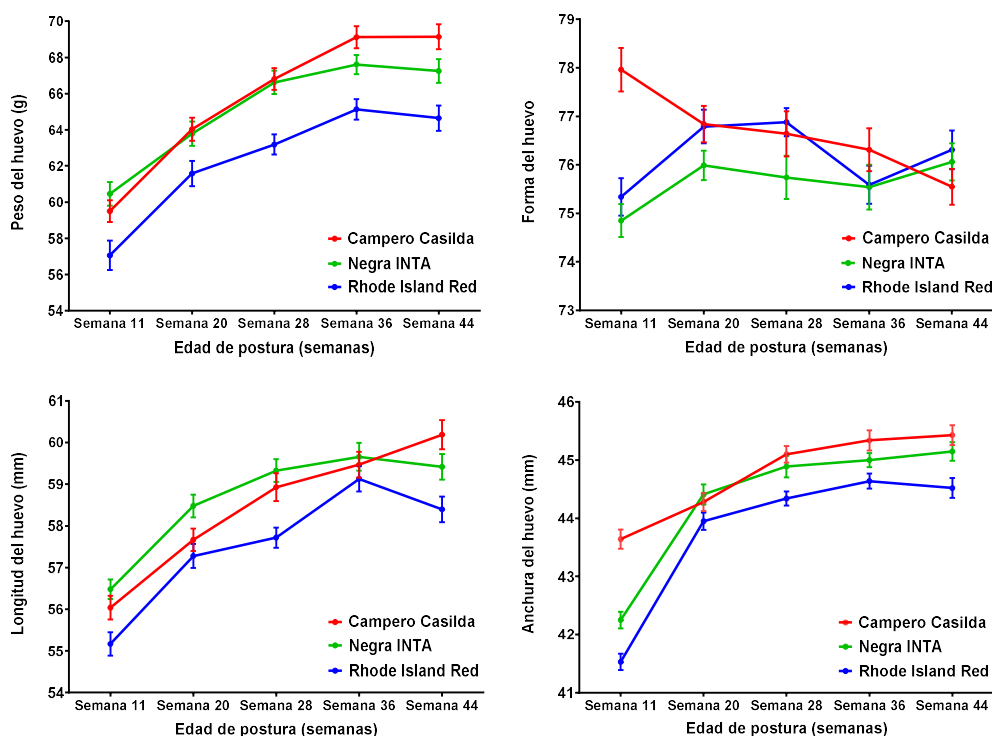


Figura 65 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para peso, forma, longitud y anchura de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos comparadas a igual edad de postura

Tabla 77 - Significado estadístico de los efectos evaluados a la misma edad de postura

Efecto	Peso		Longitud		Anchura		Forma	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Grupo genético	39,8	< 0,001	20,9	< 0,001	48,6	< 0,001	8,48	0,0002
Edad	85,0	< 0,001	73,1	< 0,001	144	< 0,001	1,84	0,120
Interacción	0,99	0,445	1,69	0,098	5,60	< 0,001	3,89	0,0002



10. Componentes mayores del huevo

10.1. Análisis transversal

10.1.1. Periodo total

La Tabla 78 resume el significado estadístico de los efectos de los dos factores principales y de la interacción entre ellos.

Tabla 78 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los componentes mayores del huevo. Análisis transversal						
Variable	Grupo Genético		Período		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Proporción de yema	224	< 0,0001	21,4	< 0,0001	1,78	0,017
Proporción de albumen	152	< 0,0001	21,2	< 0,0001	1,43	0,094
Proporción de cáscara	29,5	0,0165	11,1	0,317	2,27	0,0009
Relación Y : A	211	< 0,0001	21,1	< 0,0001	1,90	0,008

La proporción de yema (Figura 66) mostró efectos significativos del grupo genético, del período de registro y de la interacción entre ambos. El significado de la interacción no limitó la interpretación de los efectos de los dos factores principales en tanto el mismo se explicó porque si bien los huevos puestos por Campero Casilda siempre presentaron mayor proporción de este componente, la magnitud de la diferencias entre los grupos genéticos no fue igual en todos los períodos. Independientemente del período de registro, la proporción de yema mostró el siguiente comportamiento $CC > NI > RIR$. El efecto del período de registro se atribuyó al aumento de la proporción de yema en los huevos puestos a mayor edad. De igual modo, si bien dicha proporción aumentó con la edad de las aves la variación no fue constante entre periodos para los tres grupos de gallinas.

El efecto de interacción no fue estadísticamente significativo para proporción de albumen (Figura 67), carácter que se vio afectado por el grupo genético -independientemente de la edad de las aves, el comportamiento fue $CC < NI < RIR$ - y el del período de registro, con disminución de la proporción del componente en los huevos puestos a mayor edad).

Estas tendencias se reflejaron en la relación entre ambos componentes (Figura 68) con un efecto significativo de grupo genético (independientemente de la edad, la relación yema/albumen presentó el siguiente comportamiento $CC > NI > RIR$), del período de registro (aumento de la relación en los huevos puestos a mayor edad) y de la interacción entre ambos

(atribuible a la magnitud de las diferencias entre grupos y entre períodos sin modificación del orden de mérito de los tres grupos de aves).

No se observó efecto del período de registro sobre la proporción de cáscara (Figura 69). El carácter presentó oscilaciones a lo largo del ciclo de postura sin un patrón definido. El efecto grupo genético fue estadísticamente significativo correspondiendo, en promedio, mayor proporción del componente a los huevos puestos por las aves Rhode Island Red.

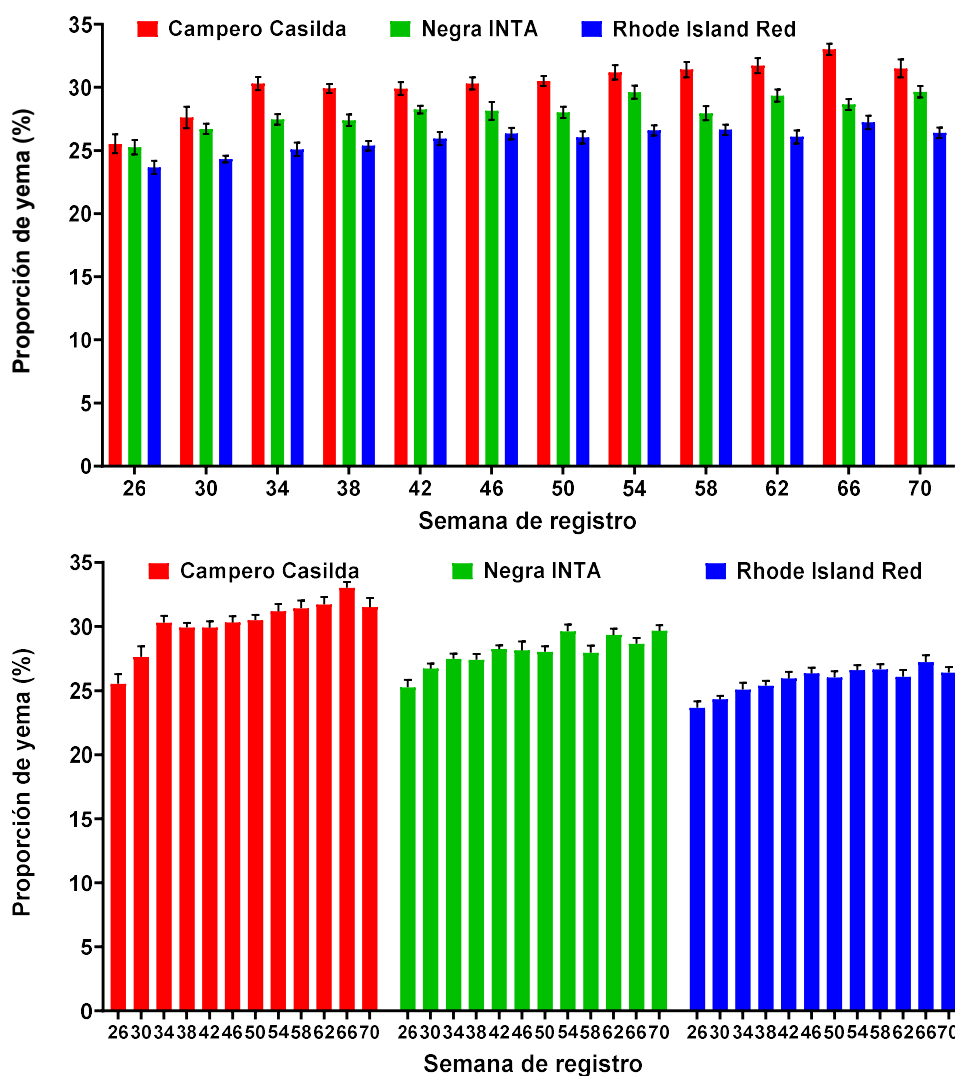


Figura 66 – Comportamiento de la proporción de yema de huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

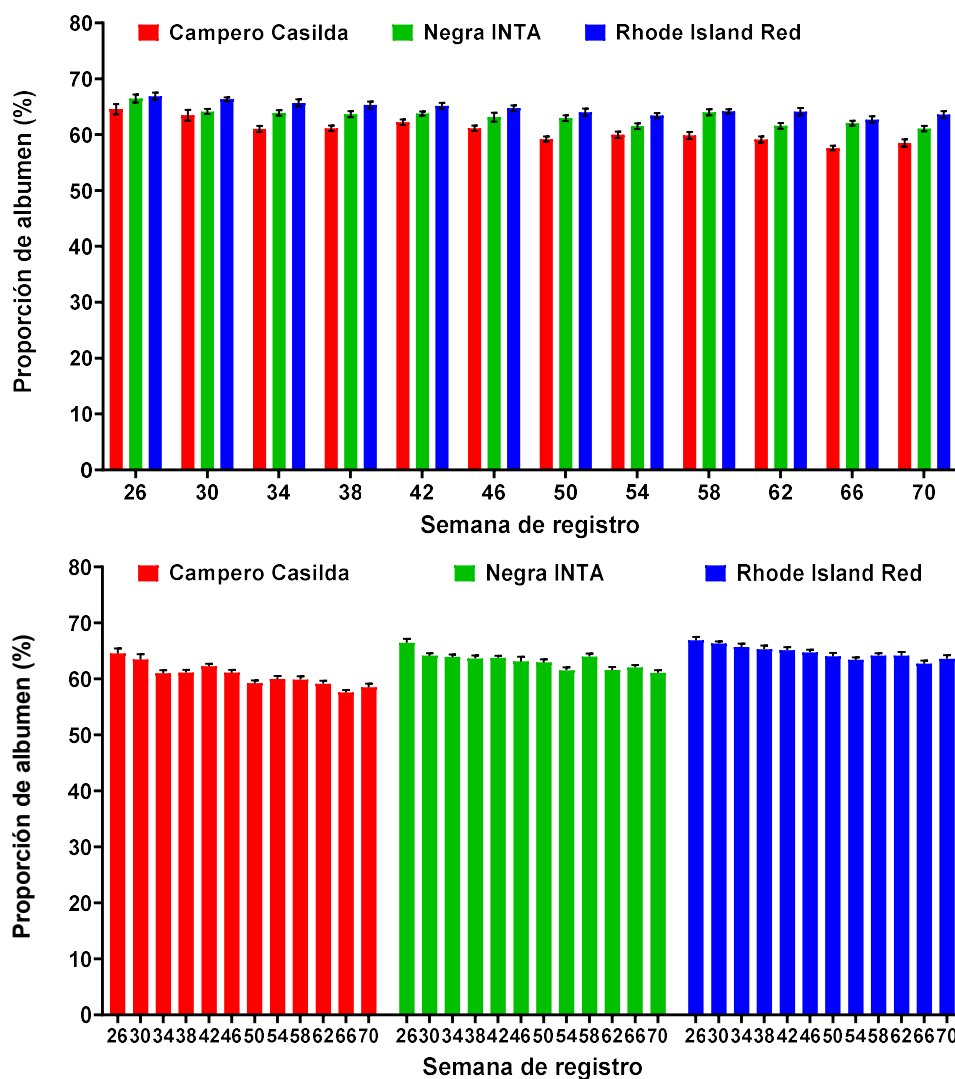


Figura 67 – Comportamiento de la proporción de albúmen del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

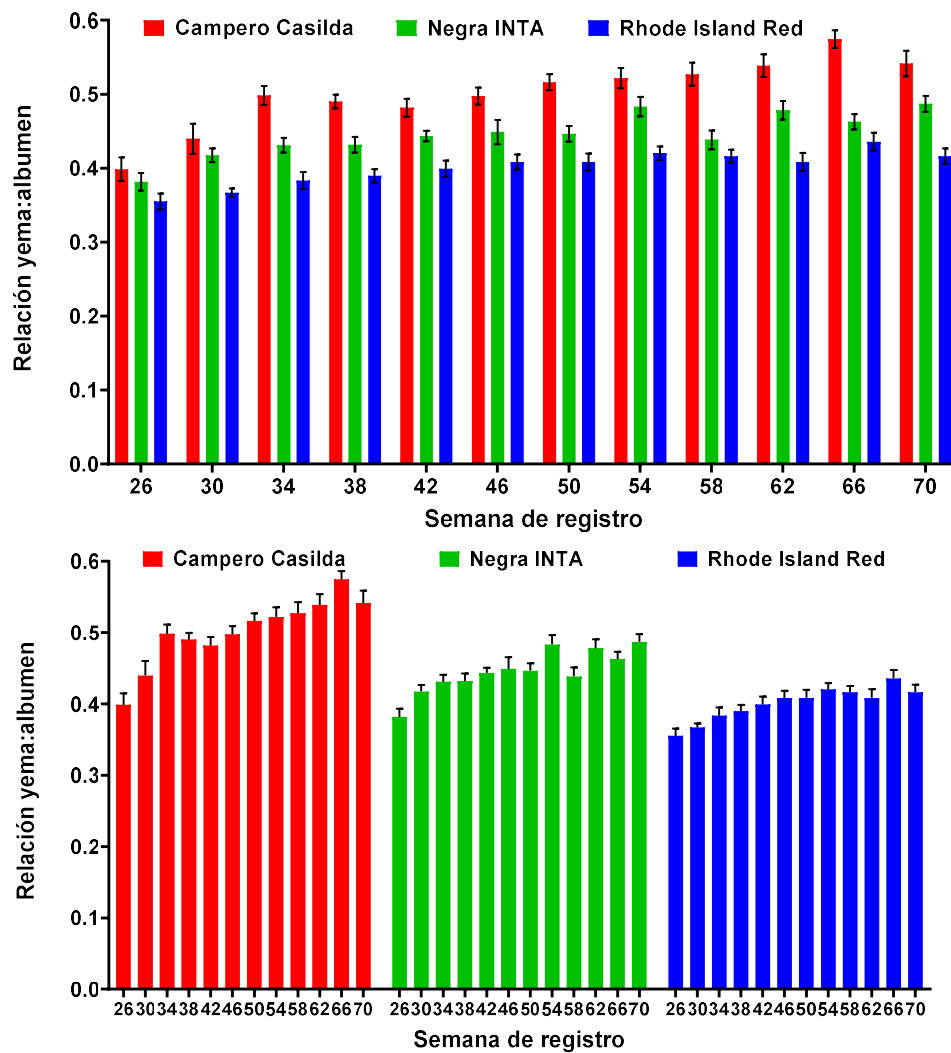


Figura 68 – Comportamiento de la relación yema:albumen del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

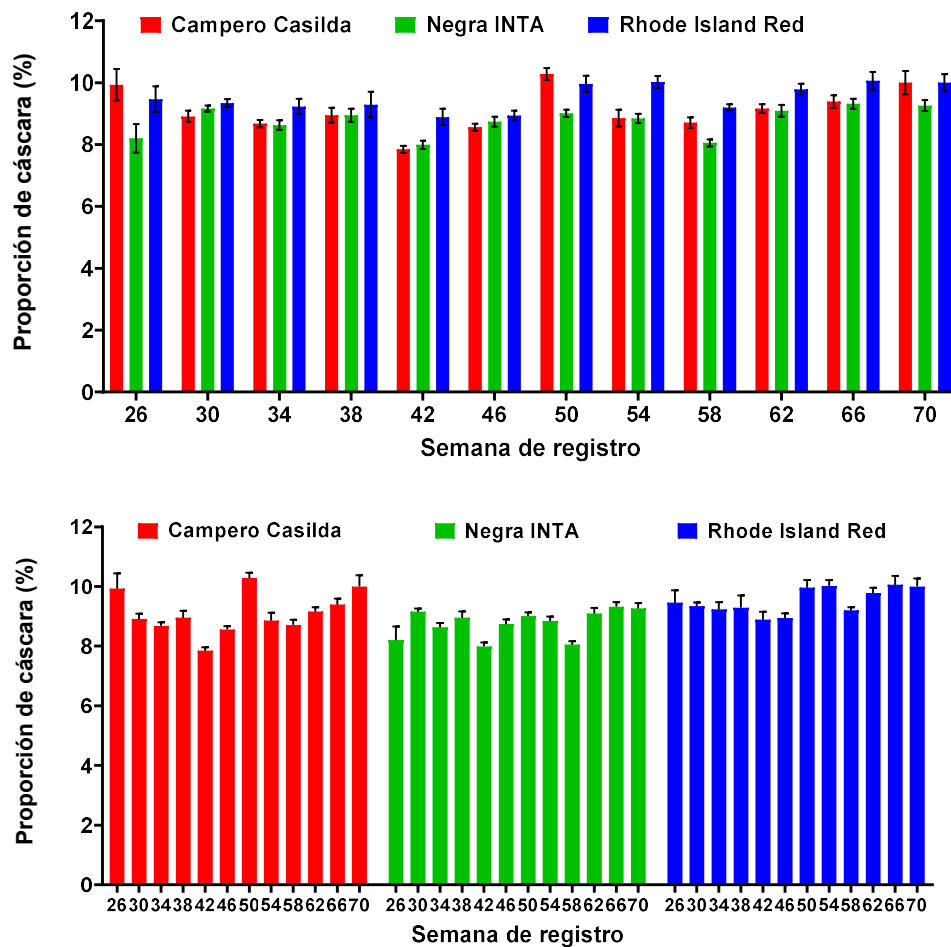


Figura 69 – Comportamiento de la proporción de cáscara del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

10.1.2. Primer cuarto del ciclo de postura

La Tabla 79 resume los valores promedio de los diferentes componentes y de la relación yema:albumen al inicio de la postura. El significado estadístico de los efectos se presenta en la Tabla 80.

Tabla 79 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura									
	26 semanas			30 semanas			34 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso del huevo (g)	52,8 ± 1,18	57,3 ± 0,75	54,8 ± 0,95	57,0 ± 1,62	58,1 ± 0,51	56,4 ± 0,82	57,8 ± 0,55	60,1 ± 0,83	57,9 ± 0,99
Proporción de yema (%)	25,5 ± 0,75	25,3 ± 0,57	23,7 ± 0,52	27,6 ± 0,85	26,7 ± 0,40	24,3 ± 0,26	30,3 ± 0,52	27,5 ± 0,43	25,1 ± 0,53
Proporción de albumen (%)	64,5 ± 0,90	66,5 ± 0,71	66,9 ± 0,64	63,5 ± 0,97	64,1 ± 0,46	66,3 ± 0,35	61,0 ± 0,55	63,9 ± 0,47	65,7 ± 0,61
Proporción de cáscara (%)	9,93 ± 0,51	8,20 ± 0,46	9,46 ± 0,42	8,91 ± 0,18	9,16 ± 0,10	9,34 ± 0,13	8,69 ± 0,12	8,63 ± 0,15	9,23 ± 0,24
Relación Y : A	0,40 ± 0,02	0,38 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,42 ± 0,01	0,37 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,38 ± 0,01
Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genotipo – edad									
Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar									

Tabla 80 - Significado estadístico de los efectos – Primer cuarto del ciclo de postura						
Variable	Grupo Genético		Edad cronológica		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	6,30	0,0025	10,8	< 0,0001	0,88	0,475
Proporción de yema	28,5	< 0,0001	18,6	< 0,0001	2,60	0,039
Proporción de albumen	19,0	< 0,0001	10,3	< 0,0001	1,44	0,224
Proporción de cáscara	4,24	0,0165	1,16	0,317	3,26	0,014
Relación Y : A	27,9	< 0,0001	16,2	< 0,0001	2,25	0,067

Se observó una interacción genotipo por edad de registro significativa para proporción de yema y proporción de cáscara y marginalmente significativa para la relación yema: albumen. La interacción sobre la proporción de yema se explicó por el aumento del carácter en Campero Casilda entre las 30 y las 34 semanas de edad que se tradujo en un comportamiento similar en la relación yema: albumen. La proporción de albumen mostró un comportamiento especular en relación con la proporción de yema, con mayor valor en Rhode Island Red y menor en Campero Casilda. Pese a que, como se puede observar en la Figura 70, la dinámica de este componente no mostró paralelismo entre genotipos, la interacción grupo genético por período de registro fue no significativa, resultado posiblemente asociado a la variancia observada para el carácter.

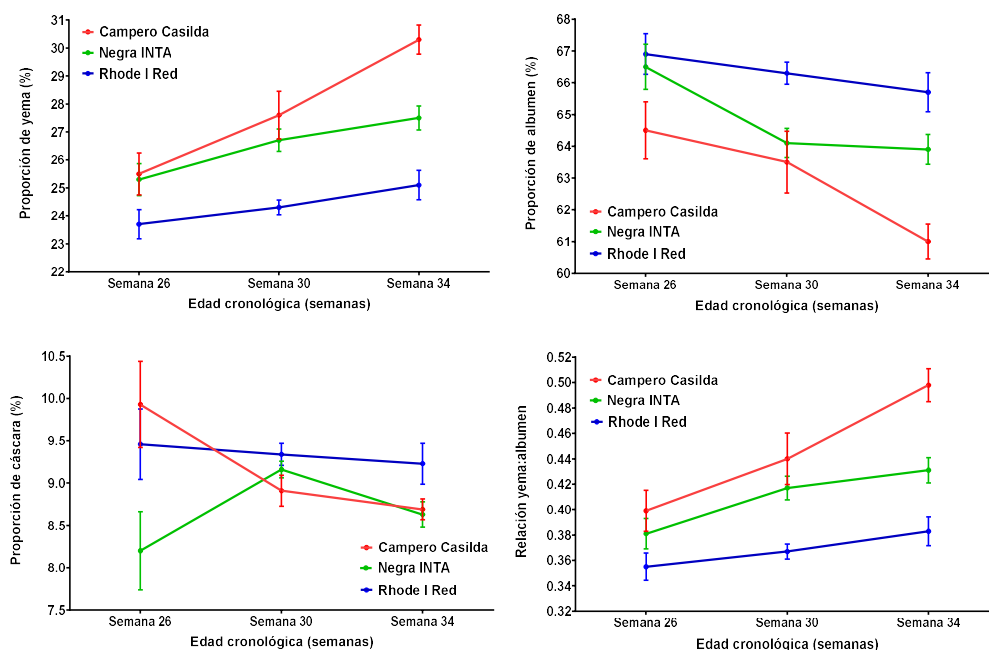


Figura 70 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

El significado de la interacción sobre la proporción de cáscara, por su parte, se explicó por el comportamiento del carácter entre las 26 y las 30 semanas con un aumento de su valor en Negra INTA y disminución del mismo en Campero Casilda, frente a la estabilidad observada en Rhode Island Red.

10.1.3. Segundo cuarto del ciclo de postura

Los valores promedio de los diferentes componentes y de la relación yema:albumen evaluados en el segundo cuarto del ciclo de postura y el significado estadístico de los efectos se presentan en las Tablas N° 81 y N° 82, respectivamente.

No se constató efecto significativo de la interacción sobre ninguna de las variables (Figura 71) lo que puso en evidencia un comportamiento similar de los componentes mayores del huevo puestos por las aves de estos genotipos en los tres períodos incluidos en el análisis.

Tabla 81 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

	38 semanas			42 semanas			46 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso del huevo (g)	61,7 ± 0,93	62,5 ± 0,93	62,3 ± 0,95	65,7 ± 1,07	66,4 ± 0,71	63,1 ± 0,98	67,4 ± 0,76	65,9 ± 1,22	64,1 ± 1,15
Proporción de yema (%)	29,9 ± 0,36	27,4 ± 0,46	25,4 ± 0,37	29,9 ± 0,50	28,2 ± 0,31	26,0 ± 0,51	30,3 ± 0,48	28,1 ± 0,71	26,3 ± 0,45
Proporción de albumen (%)	61,1 ± 0,47	63,7 ± 0,54	65,3 ± 0,61	62,2 ± 0,49	63,8 ± 0,36	65,2 ± 0,53	61,1 ± 0,47	63,1 ± 0,81	64,7 ± 0,51
Proporción de cáscara (%)	8,95 ± 0,24	8,95 ± 0,21	9,29 ± 0,41	7,86 ± 0,11	7,99 ± 0,14	8,89 ± 0,26	8,57 ± 0,12	8,74 ± 0,16	8,94 ± 0,16
Relación Y : A	0,49 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,44 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,50 ± 0,01	0,45 ± 0,02	0,41 ± 0,01

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genotipo – edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tabla 82 - Significado estadístico de los efectos – Segundo cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad cronológica		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	2,80	0,065	12,3	< 0,0001	1,38	0,244
Proporción de yema	57,1	< 0,0001	1,56	0,214	0,23	0,923
Proporción de albumen	33,0	< 0,0001	1,49	0,230	0,35	0,842
Proporción de cáscara	5,95	0,003	10,5	< 0,0001	1,02	0,399
Relación Y : A	50,0	< 0,0001	1,26	0,286	0,23	0,924

El período de registro fue significativo para peso del huevo el que aumentó con la edad y para proporción de cáscara que presentó un comportamiento errático en tanto disminuyó entre las semanas 38 y 42 y aumentó hasta los valores previos entre las semanas 42 y 46. En ambos caracteres se observó efecto significativo del grupo genético atribuible al menor peso del huevo y la mayor proporción de cáscara del mismo en Rhode Island Red. Ni la proporción de yema ni la proporción de albumen mostraron variación significativa en función del período de registro pero sí un efecto significativo del grupo genético, con valores promedio para todo el período de (a) proporción de yema: CC = 30,0%; NI = 27,9% y RIR = 25,9% y (b) proporción de albumen: CC = 61,5%; NI = 63,5% y RIR = 65,1%.

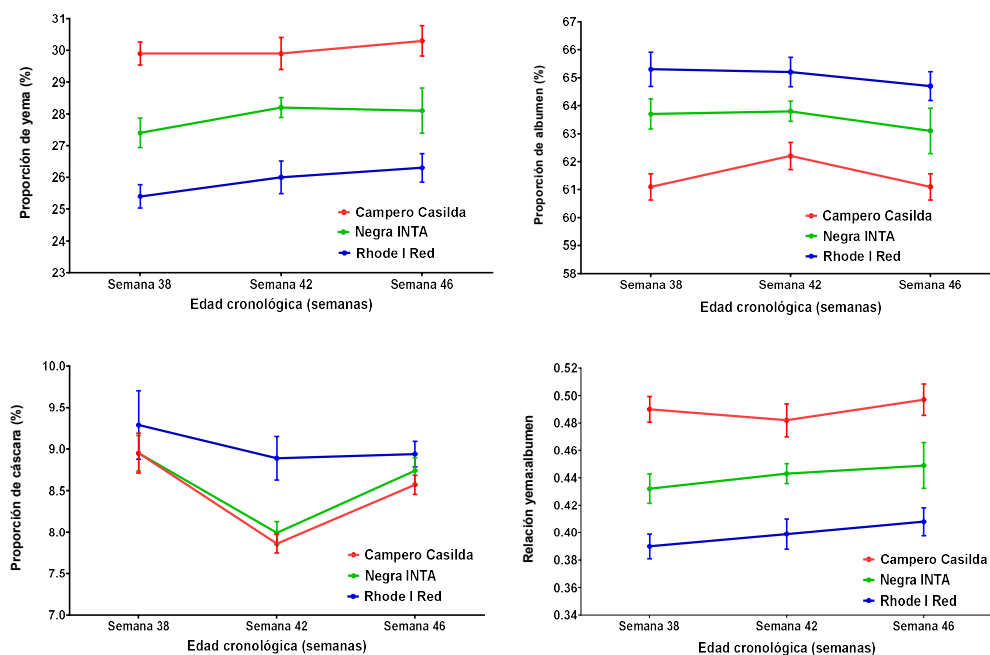


Figura 71 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

10.1.4. Tercer cuarto del ciclo de postura

En la Tabla 83 se presentan los valores promedio de los diferentes componentes y de la relación yema:albumen al inicio de la postura. El significado estadístico de los efectos se resume en la Tabla 84.

Tabla 83 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

	50 semanas			54 semanas			58 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso del huevo (g)	67,4 ± 1,17	66,3 ± 1,16	65,5 ± 1,29	68,0 ± 0,62	67,5 ± 1,13	65,2 ± 1,03	70,0 ± 1,05	68,4 ± 1,20	66,9 ± 1,21
Proportión de yema (%)	30,5 ± 0,40	28,0 ± 0,44	26,0 ± 0,48	31,2 ± 0,57	29,6 ± 0,53	26,6 ± 0,40	31,4 ± 0,61	28,0 ± 0,57	26,7 ± 0,41
Proportión de albumen (%)	59,2 ± 0,48	63,0 ± 0,52	64,0 ± 0,64	60,0 ± 0,56	61,5 ± 0,53	63,4 ± 0,45	59,9 ± 0,62	64,0 ± 0,54	64,2 ± 0,41
Proportión de cáscara (%)	10,3 ± 0,19	9,01 ± 0,12	9,96 ± 0,26	8,85 ± 0,27	8,85 ± 0,15	10,0 ± 0,19	8,72 ± 0,18	8,05 ± 0,12	9,20 ± 0,10
Relación Y : A	0,52 ± 0,02	0,45 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,48 ± 0,01	0,42 ± 0,01	0,53 ± 0,02	0,44 ± 0,01	0,42 ± 0,01

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genotipo – edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tabla 84 - Significado estadístico de los efectos – Tercer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad cronológica		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	4,15	0,018	2,73	0,069	0,17	0,954
Proporción de yema	64,7	< 0,0001	2,86	0,061	1,05	0,384
Proporción de albumen	49,8	< 0,0001	3,05	0,051	1,91	0,113
Proporción de cáscara	27,0	< 0,0001	26,9	< 0,0001	4,86	0,001
Relación Y : A	61,1	< 0,0001	1,97	0,143	1,26	0,288

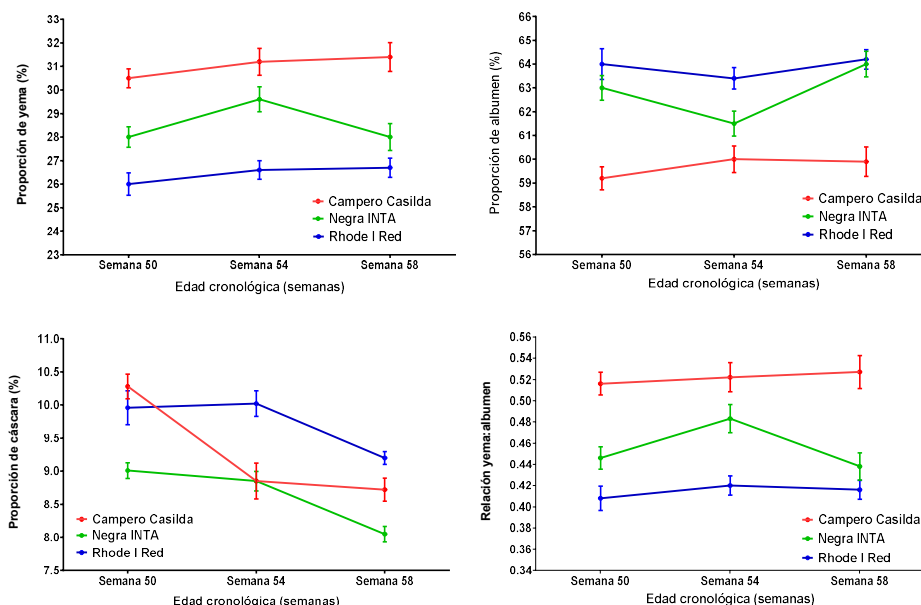


Figura 72 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

10.1.5. Cuarto final del ciclo de postura

En la etapa final del primer ciclo de postura no se observaron interacciones genotipo por edad de registro estadísticamente significativas para las proporciones de los tres componentes mayores y solo marginalmente significativa para la relación yema:albumen como se detalla en las Tabla 85 y N° 86.

El comportamiento del valor promedio de dichos caracteres en función de la edad de las aves se describe en la Figura 73.

La interacción sobre la relación yema: albúmen se explicó por el menor valor promedio del carácter en Negra INTA a las 66 semanas de edad como resultado de la disminución en la proporción de yema y el aumento en la proporción de albúmen.

Tabla 85 - Componentes mayores del huevo, en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el cuarto final del ciclo de postura

	62 semanas			66 semanas			70 semanas		
	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR	CC	NI	RIR
Peso del huevo (g)	69,6 ± 0,88	69,2 ± 0,83	64,7 ± 1,20	68,1 ± 0,72	69,2 ± 1,12	62,9 ± 1,43	71,9 ± 1,52	65,1 ± 0,80	62,6 ± 1,37
Proporción de yema (%)	31,7 ± 0,59	29,4 ± 0,48	26,1 ± 0,52	33,0 ± 0,45	28,7 ± 0,44	27,2 ± 0,53	31,5 ± 0,71	29,7 ± 0,45	26,4 ± 0,43
Proporción de albúmen (%)	59,1 ± 0,56	61,6 ± 0,54	64,1 ± 0,65	57,6 ± 0,41	62,0 ± 0,43	62,7 ± 0,55	58,5 ± 0,67	61,1 ± 0,48	63,6 ± 0,61
Proporción de cáscara (%)	9,16 ± 0,14	9,09 ± 0,19	9,78 ± 0,18	9,39 ± 0,21	9,32 ± 0,16	10,1 ± 0,29	10,0 ± 0,38	9,27 ± 0,18	10,0 ± 0,28
Relación Y : A	0,54 ± 0,02	0,48 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,44 ± 0,01	0,54 ± 0,02	0,49 ± 0,01	0,39 ± 0,01

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genotipo – edad

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

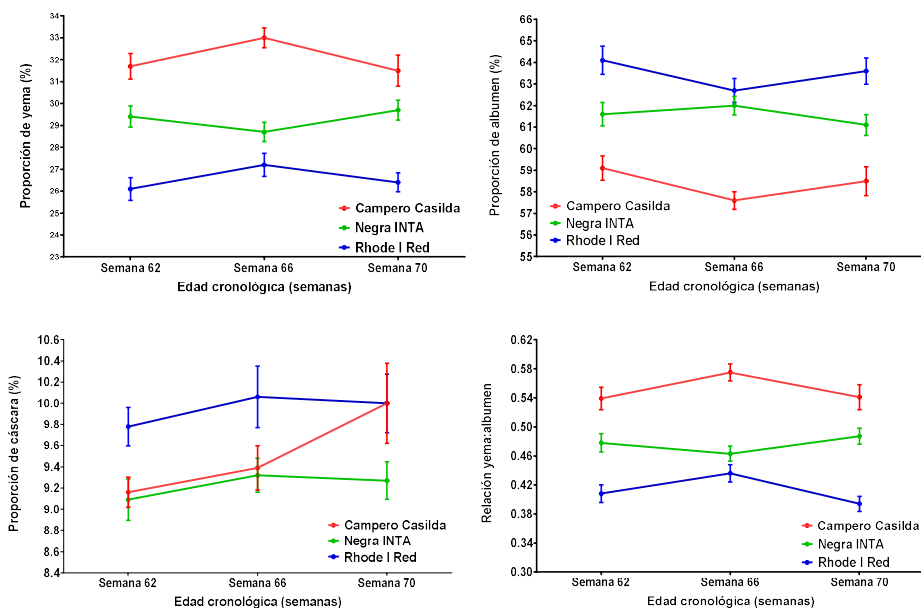


Figura 73 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los componentes mayores de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el cuarto final del ciclo de postura

La proporción de yema mostró un comportamiento especular en relación con la proporción de albumen, con mayor valor en Campero Casilda, menor valor en Rhode Island Red y valores intermedios en Negra INTA. Pese a que en la representación gráfica la dinámica de estos dos componentes no mostró paralelismo entre genotipos, la interacción grupo genético x período de registro fue no significativa, resultado posiblemente asociado a la variancia observada para el carácter. Del mismo modo, el aumento en la proporción de cáscara, observado en Campero Casilda entre las 66 y las 70 semanas no se tradujo en un efecto significativo de la interacción.

El periodo de registró no afectó la proporción de los componentes mayores ni la relación yema: albumen, mientras que el factor grupo genético tuvo un efecto significativo sobre todos los caracteres: peso del huevo (CC:69,9 g > NI: 67,8 g > RIR: 63,4 g), proporción de yema (CC:32,1 % > NI: 29,3 % > RIR: 26,6 %), proporción de albumen (RIR: 63,5 % > NI: 61,6 % > CC: 58,4 %), proporción de cáscara (RIR: 9,96 % > CC: 9,52 % > NI: 9,23 %) y relación yema:albumen (CC: 0,55 > NI: 0,48 > RIR: 0,41).

Tabla 86 - Significado estadístico de los efectos – Cuarto final del ciclo de postura						
Variable	Grupo Genético		Edad cronológica		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	25,6	< 0,0001	1,15	0,321	3,54	0,009
Proporción de yema	84,5	< 0,0001	0,98	0,378	1,84	0,216
Proporción de albumen	64,5	< 0,0001	1,76	0,176	1,22	0,305
Proporción de cáscara	7,17	0,001	2,36	0,098	0,87	0,486
Relación Y : A	90,2	< 0,0001	1,76	0,176	2,26	0,066

10.2. Análisis longitudinal

10.2.1. Proporción de yema

La Tabla 87 resume los valores de los estimadores de los parámetros con valor biológico de la función de Brody en los tres grupos genéticos. Se constató un buen ajuste de los datos experimentales a juzgar por los valores del coeficiente de determinación lineal ajustado (R^2) y del comportamiento aleatorio y la distribución normal de los residuales.

Se rechazó la hipótesis de una única función común a los tres grupos para el ajuste de los datos ($F = 102$; $P < 0,0001$). Al inicio de la postura los huevos de Campero Casilda y Negra INTA presentan similar proporción de yema. Posteriormente las curvas divergen, con diferente

velocidad ($CC > NI$) hacia diferentes valores asintóticos ($CC > NI$). Los huevos puestos por Rhode Island Red, por su parte, presentaron la menor proporción de yema a lo largo de todo el ciclo. Estos comportamientos se describen en la Figura 74.

Tabla 87 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de yema versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$A \pm S_A$	$31,7 \pm 0,25$	$29,4 \pm 0,59$	$26,8 \pm 0,26$
$k \pm S_k$	$0,0887 \pm 0,01389$	$0,0645 \pm 0,02974$	$0,0762 \pm 0,02070$
R^2 ajustado	0,962	0,799	0,906
Aleatoriedad	$P = 0,175$	$P = 0,987$	$P = 0,992$
Normalidad	$P = 0,719$	$P = 0,865$	$P = 0,942$

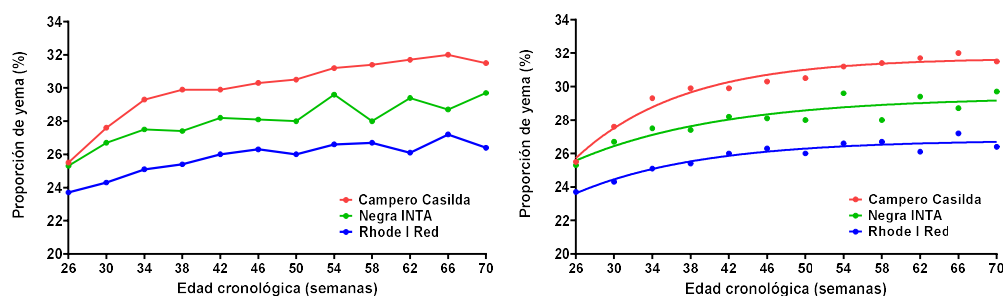


Figura 74 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de yema de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

10.2.2. Proporción de albumen

La Tabla 88 resume los valores de los estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente en los tres grupos genéticos. Se constató un buen ajuste de los datos experimentales a juzgar por los valores del coeficiente de determinación lineal ajustado (R^2) y del comportamiento aleatorio y la distribución normal de los residuales.

Tabla 88 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de albumen versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
Span $\pm$ S _{Span}	17,4 $\pm$ 2,76	16,0 $\pm$ 6,83	11,8 $\pm$ 3,69
k $\pm$ S _k	0,0264 $\pm$ 0,01859	0,0437 $\pm$ 0,02170	0,0368 $\pm$ 0,01896
Plateau $\pm$ S _{Plateau}	55,5 $\pm$ 3,64	60,7 $\pm$ 1,13	62,4 $\pm$ 1,15
R ² ajustado	0,881	0,860	0,885
Aleatoriedad	P = 0,788	P = 0,825	P = 0,825
Normalidad	P = 0,460	P = 0,608	P = 0,519

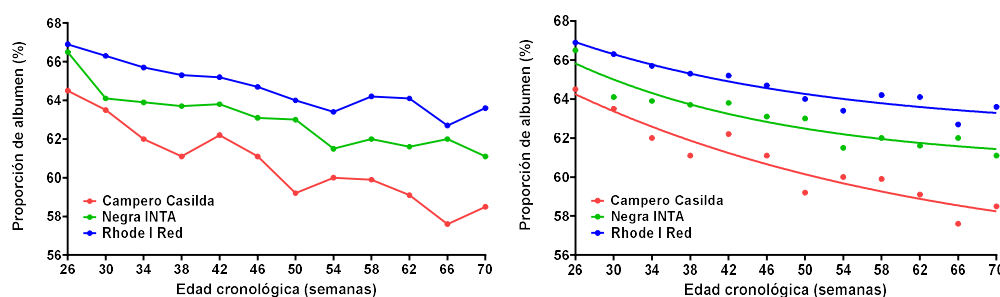


Figura 75 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de albumen de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial decreciente

Se rechazó la hipótesis de una única función común a los tres grupos para el ajuste de los datos ($F = 48,8$; $P < 0,0001$). Los huevos puestos por las aves Rhode Island Red presentaron la mayor proporción de albumen durante todo el ciclo, los de Campero Casilda la menor proporción de dicho componente y los de Negra INTA valores intermedios. Estos comportamientos se describen en la Figura 75.

10.2.3. Proporción de cáscara

La Tabla 89 resume los valores de los estimadores de los parámetros de la función lineal en los tres grupos genéticos. No se observaron desviaciones significativas de la linealidad a juzgar por los valores de probabilidad asociada a la prueba de aleatoriedad de los residuales.

Tabla 89 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos proporción promedio de cáscara versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$a \pm S_a$	$8,61 \pm 0,737$	$8,15 \pm 0,466$	$8,67 \pm 0,380$
$b \pm S_b$	$0,0104 \pm 0,01476$	$0,0129 \pm 0,00934$	$0,0177 \pm 0,00761$
$H_0: \beta = 0$	$P = 0,497$	$P = 0,197$	$P = 0,043$
R^2	0,047	0,161	0,350
Aleatoriedad	$P = 0,279$	$P = 0,533$	$P = 0,197$

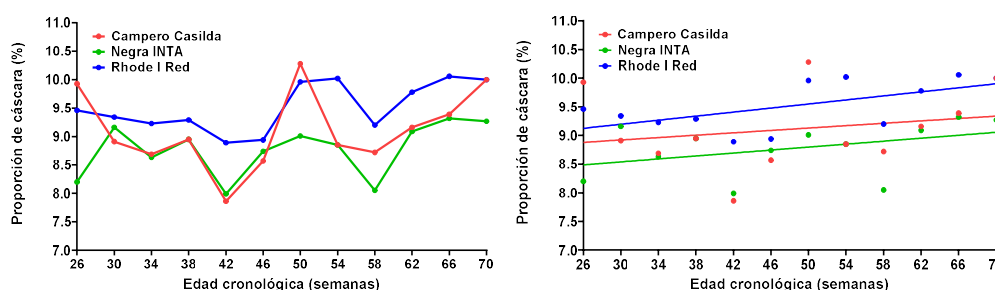


Figura 76 - Comportamiento dinámico de la proporción promedio de cáscara de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados (función lineal)

Si bien la pendiente correspondiente al genotipo Rhode Island Red fue marginalmente significativa, la prueba de comparación de pendientes no arrojó diferencias significativas entre genotipos ($F = 0,113$; $P = 0,894$) lo que permitió estimar una pendiente común ($bc = 0,0137$) para todos ellos, los que difirieron en las alturas de sus rectas de regresión ($F = 6,345$; $P = 0,005$) correspondiendo el mayor valor a Rhode Island Red, el menor a Negra INTA y valores intermedios a Campero Casilda. Estos comportamientos se describen en la Figura 76.

10.2.4. Relación yema : albumen

La Tabla 90 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con valor biológico de la función de Brody en las gallinas de los tres genotipos. Se constató un buen ajuste de los datos experimentales a juzgar por la evidencia derivada de los indicadores: coeficiente de determinación lineal ajustado (R^2) y comportamiento aleatorio y distribución normal de los residuales.

Tabla 90 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial asintótica de Brody aplicada al ajuste de los datos relación yema:albumen promedio versus edad cronológica en tres genotipos de ponedoras camperas

	Grupo genético		
	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red
$A \pm S_A$	$0,56 \pm 0,026$	$0,49 \pm 0,015$	$0,42 \pm 0,008$
$k \pm S_k$	$0,0527 \pm 0,02316$	$0,0533 \pm 0,02104$	$0,0817 \pm 0,03607$
R^2 ajustado	0,854	0,878	0,767
Aleatoriedad	$P = 0,491$	$P = 0,854$	$P = 0,854$
Normalidad	$P = 0,058$	$P = 0,851$	$P = 0,150$

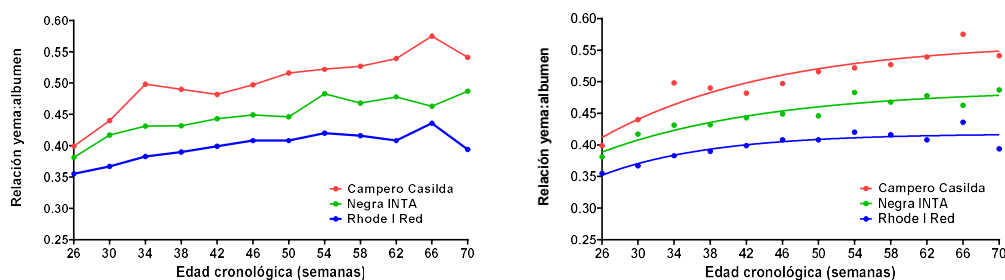


Figura 77 - Comportamiento dinámico de la relación yema:albumen promedio de los huevos puestos por tres genotipos de ponedoras camperas. Izquierda: valores experimentales. Derecha: valores ajustados con la función exponencial asintótica de Brody

Se rechazó la hipótesis de una única función común a los tres grupos para el ajuste de los datos ($F = 60,6$; $P < 0,0001$). Como se observa en la Figura 77, los huevos puestos por las aves Campero Casilda presentaron la mayor relación yema:albumen durante todo el ciclo, los de Rhode Island Red la menor relación entre ambos componentes y los de Negra INTA valores intermedios.

11. Calidad interna del huevo

11.1. Análisis transversal

11.1.1. Periodo total

11.1.1.1. Yema

La Tabla 91 resume el significado de los efectos de los factores principales y su interacción para los caracteres de calidad de la yema. Todos los efectos fueron significativos. El significado de la interacción es atribuible a las oscilaciones observadas entre genotipos en los diferentes momentos.

Tabla 91 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema. Análisis transversal

Variable	Grupo Genético		Período		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura de la yema	72,5	< 0,0001	34,5	< 0,0001	3,64	< 0,0001
Diámetro de la yema	118	< 0,0001	55,5	< 0,0001	3,30	< 0,0001
Índice de yema	22,9	< 0,0001	16,1	< 0,0001	3,90	< 0,0001

a. Altura de la yema

La Figura 78 muestra el comportamiento de la altura de la yema en los tres grupos de aves y en los 12 períodos consecutivos de registro. Los valores promedio por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 20,96 mm; NI= 19,87 mm y RIR= 19,60 mm. La altura promedio de la yema aumentó con el progreso del ciclo.

b. Diámetro de la yema

En la Figura 79 se observa el comportamiento del diámetro de la yema en los tres genotipos y en los 12 períodos. Los valores promedio por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 42,9 mm; NI= 42,5 mm y RIR= 40,4 mm. El diámetro promedio de la yema aumentó con el progreso del ciclo.

c. Índice de yema

La Figura 80 resume el comportamiento del índice de yema en los tres grupos de aves y en los 12 períodos. Los valores promedio por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 48,9; NI= 46,8 y RIR= 48,6. El índice de yema tendió a mantenerse estable con el progreso del ciclo por lo que el significado del efecto período no se asoció con alguna tendencia evidente.

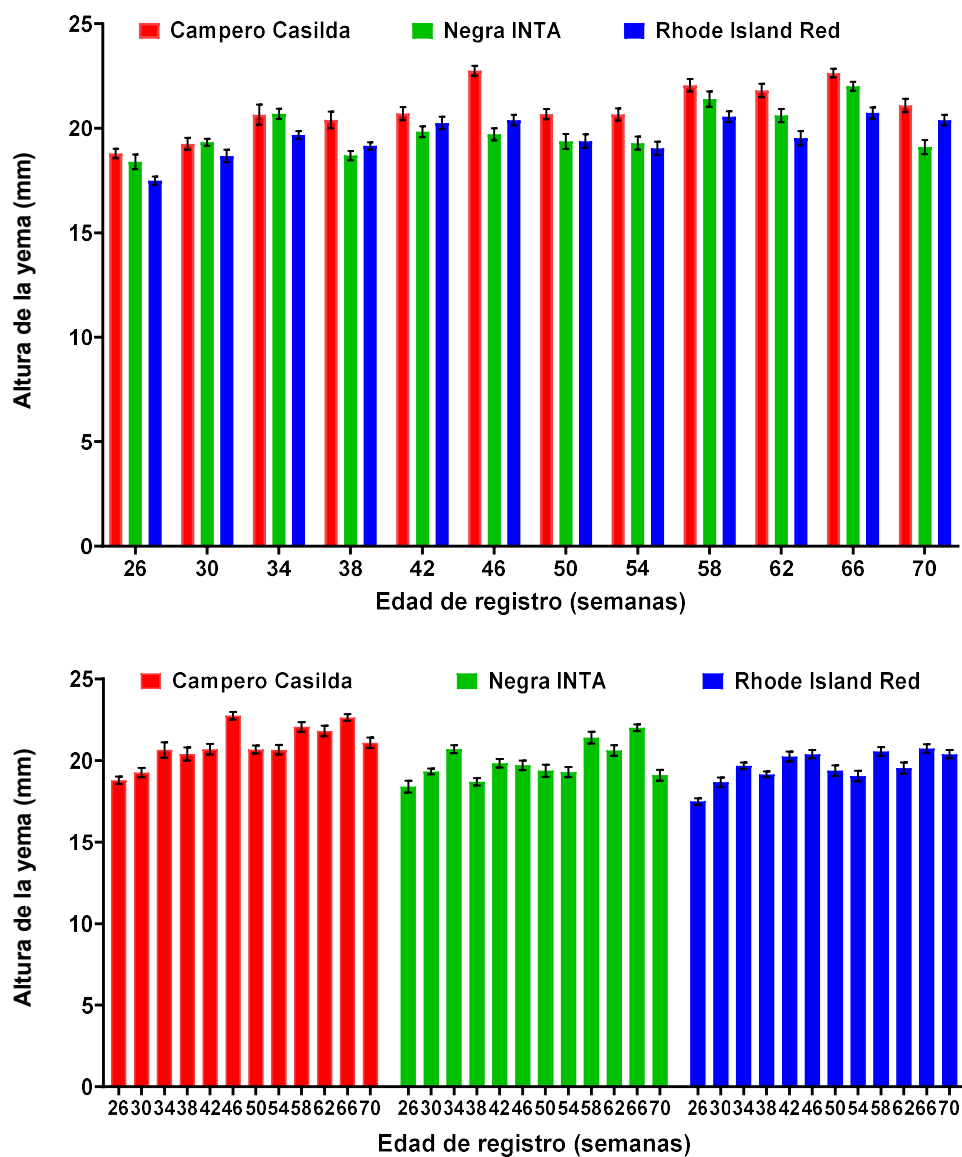


Figura 78 – Comportamiento de la altura de la yema evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

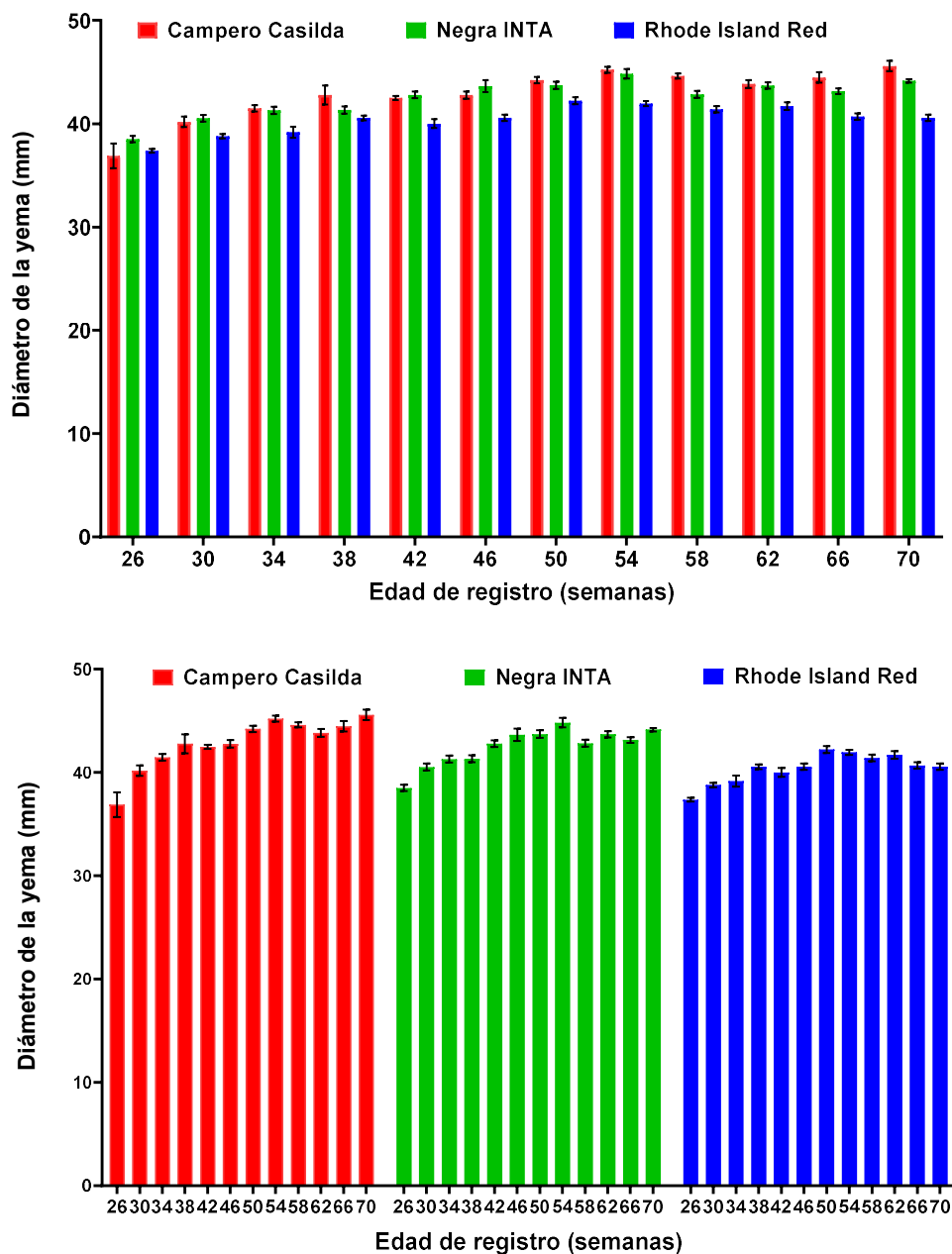


Figura 79 – Comportamiento del diámetro de la yema evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

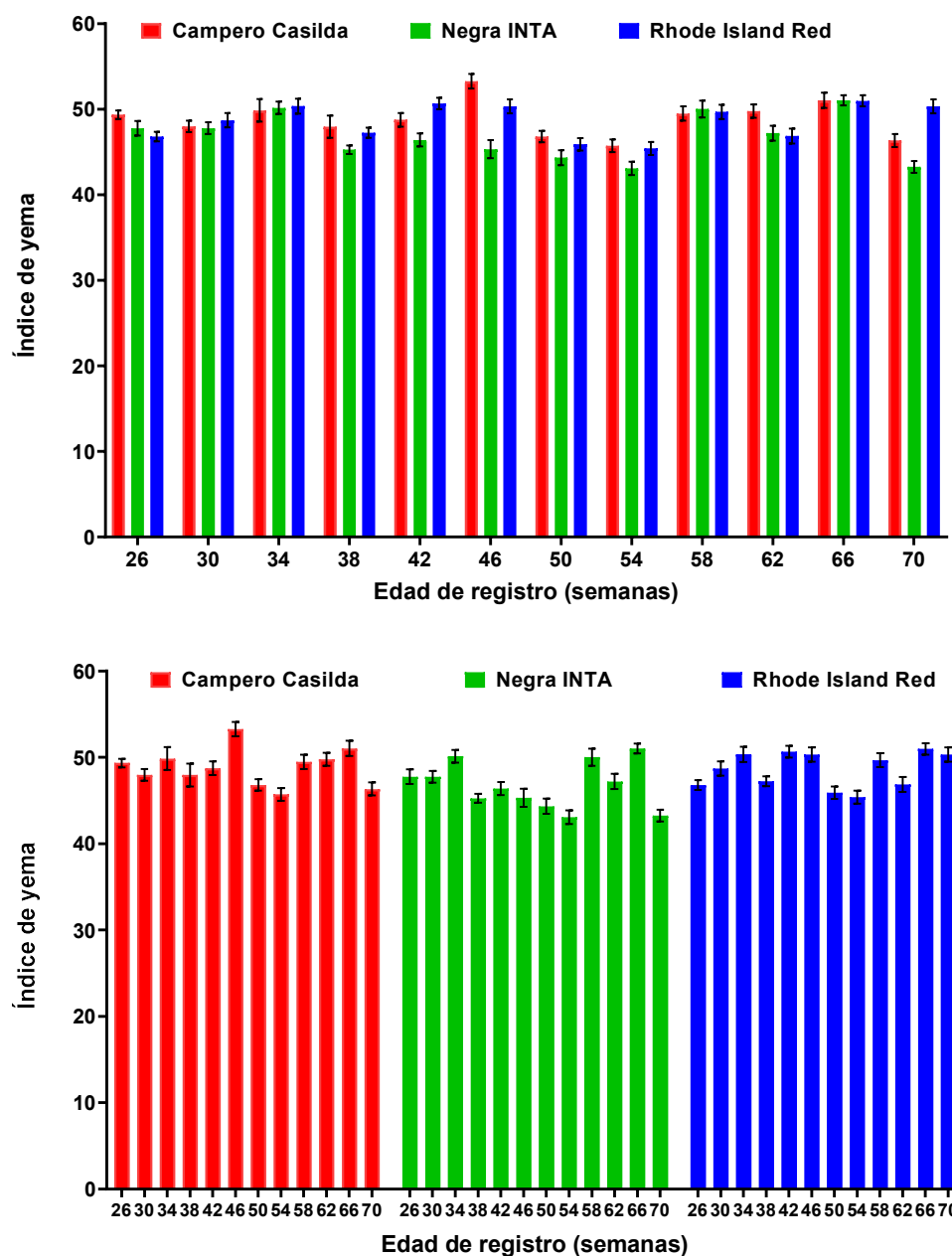


Figura 80 – Comportamiento del índice de yema evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

11.1.1.2 Albumen

La Tabla 92 resume el significado de los efectos de los factores principales y de la interacción para los caracteres de calidad del albumen. El periodo de registro afectó significativamente a todos los indicadores de calidad. Las figuras muestran el comportamiento de cada indicador en los tres grupos y en los 12 periodos de registro.

Tabla 92 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, periodo de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen. Análisis transversal

Variable	Grupo Genético		Período		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura del albumen	0,85	0,428	20,0	< 0,0001	1,43	0,092
Longitud del albumen	8,73	0,0002	26,4	< 0,0001	1,42	0,098
Anchura del albumen	0,70	0,498	18,7	< 0,0001	2,08	0,003
Índice de albumen	0,91	0,404	30,7	< 0,0001	1,56	0,050
Unidades Haugh	0,27	0,765	26,5	< 0,0001	1,33	0,143

a. Altura del albumen

La Figura 81 muestra el comportamiento de la altura del albumen. No se observaron diferencias significativas entre genotipos. Los valores del indicador disminuyeron con el avance del ciclo y mostraron similar comportamiento en los tres grupos (ausencia de interacción).

b. Longitud del albumen

En la Figura 82 se observa el comportamiento de la longitud del albumen. Este indicador de calidad disminuyó su valor con el progreso del ciclo con similar comportamiento (ausencia de interacción) en todos ellos.

c. Anchura del albumen

La Figura 83 resume el comportamiento de la anchura del albumen. Los valores promedio por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 90,5; NI= 93,3 y RIR= 93,0. La variable aumentó su valor con el avance del ciclo, sin diferencias entre genotipos y con similar comportamiento en los tres grupos.

d. Índice de albumen

La Figura 84 muestra el comportamiento del índice de albumen. El valor del indicador disminuyó en todos los grupos a partir de un valor mayor en Rhode Island Red, menor en Negra INTA e intermedio en Campero Casilda.

e. Unidades Haugh

La Figura 85 resume su comportamiento. No se observaron diferencias entre genotipos ni efecto de la interacción. El indicador disminuyó su valor con el progreso del ciclo.

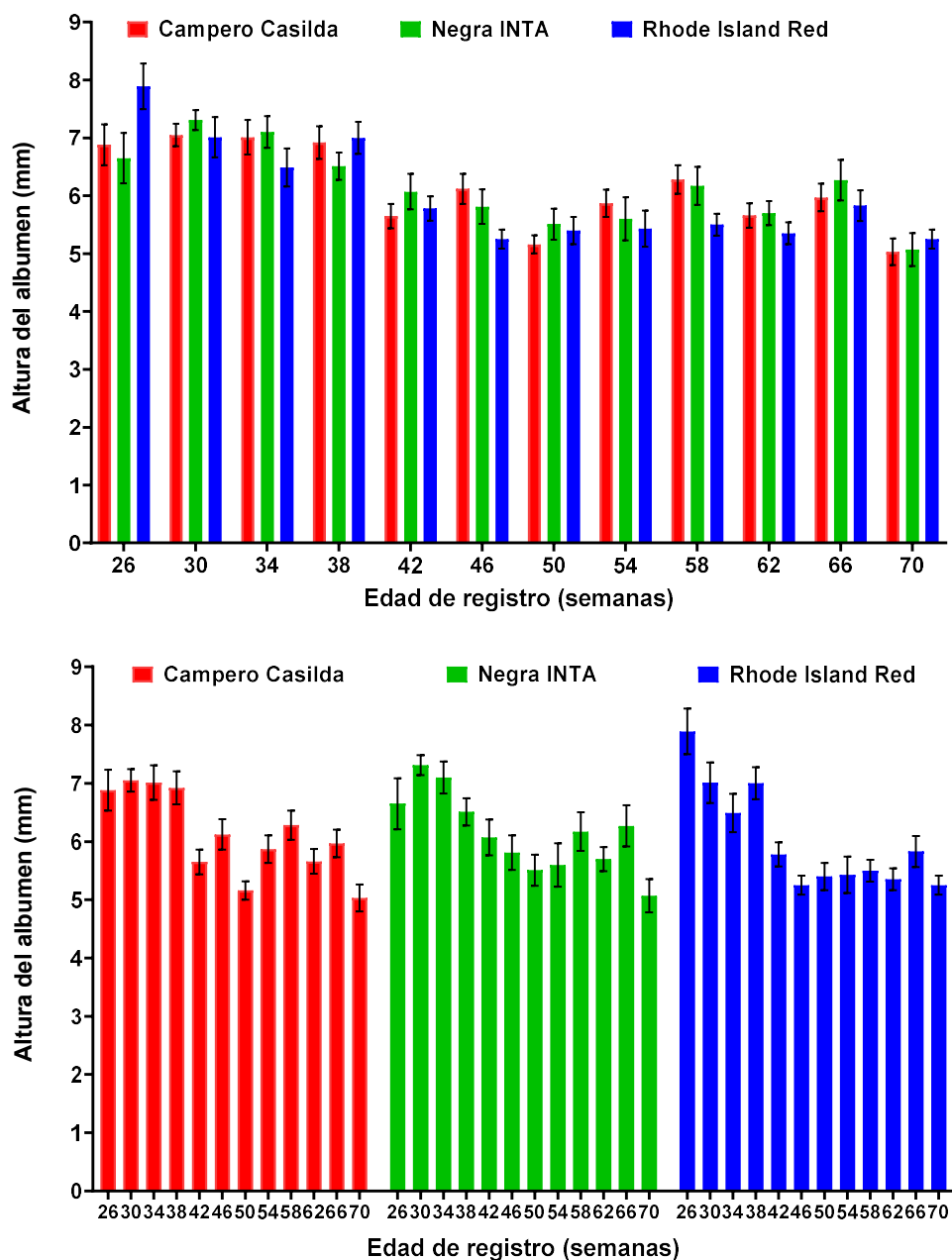


Figura 81 – Comportamiento de la altura del albumen evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

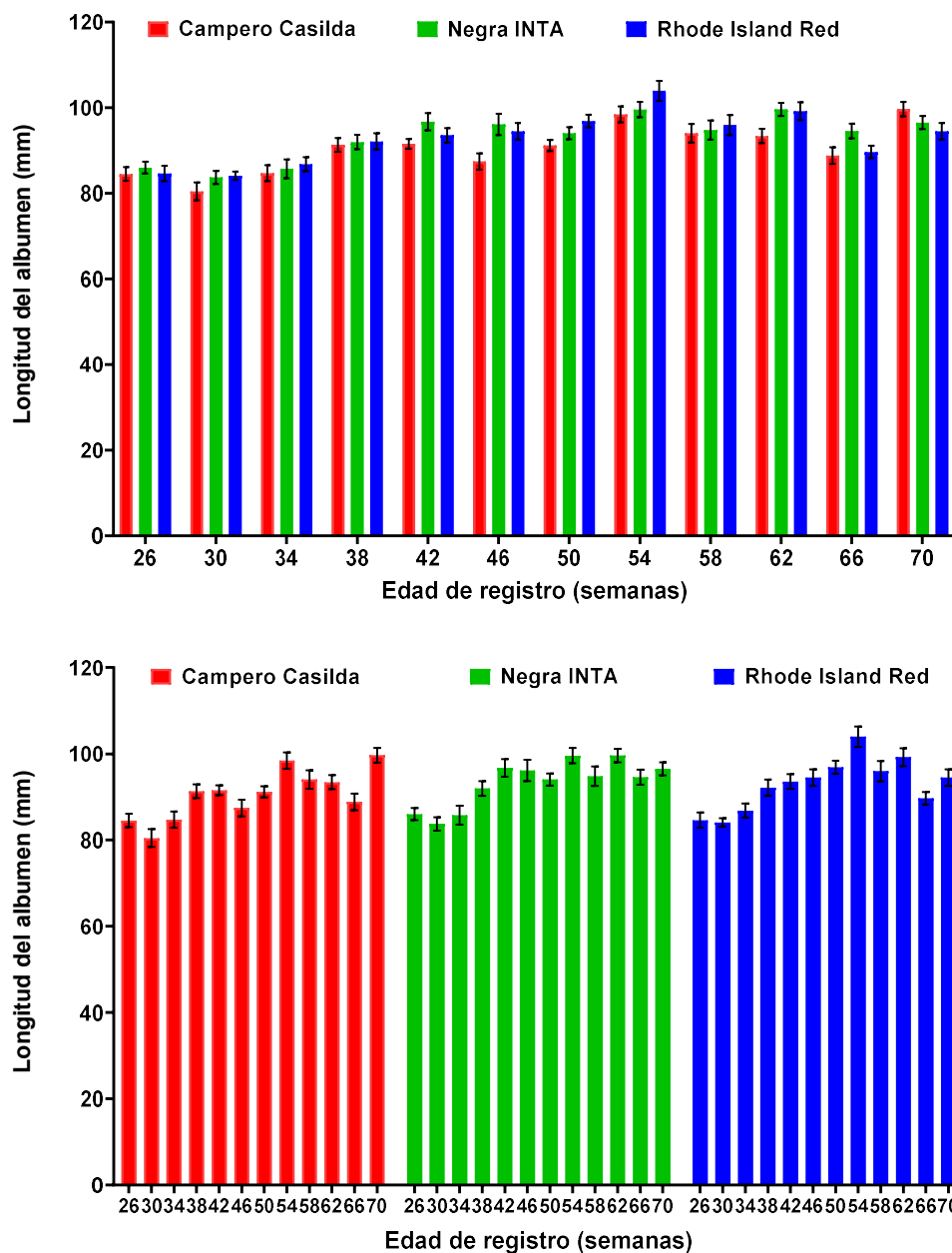


Figura 82 – Comportamiento de la longitud del albumen evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

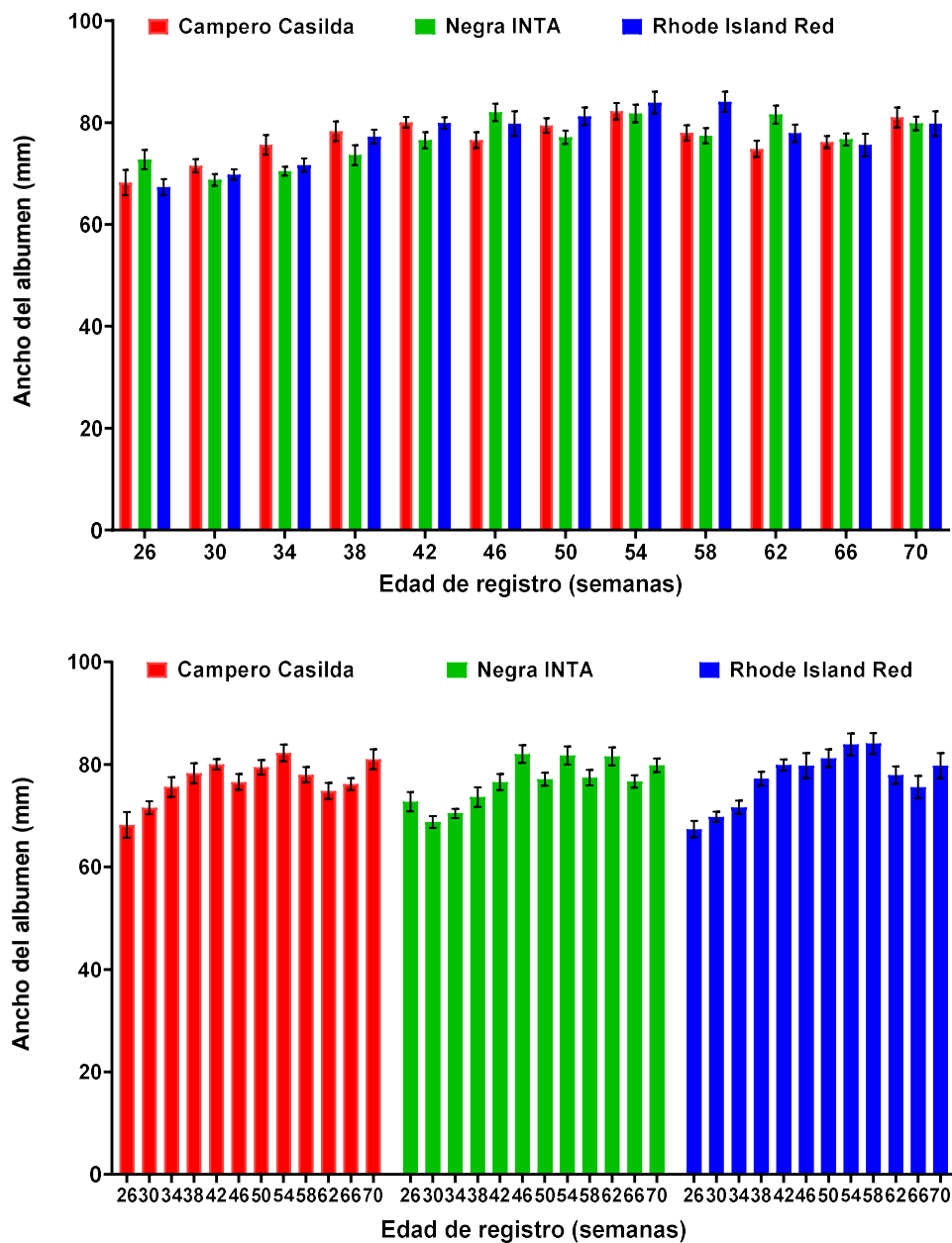


Figura 83 – Comportamiento de la anchura del albumen evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

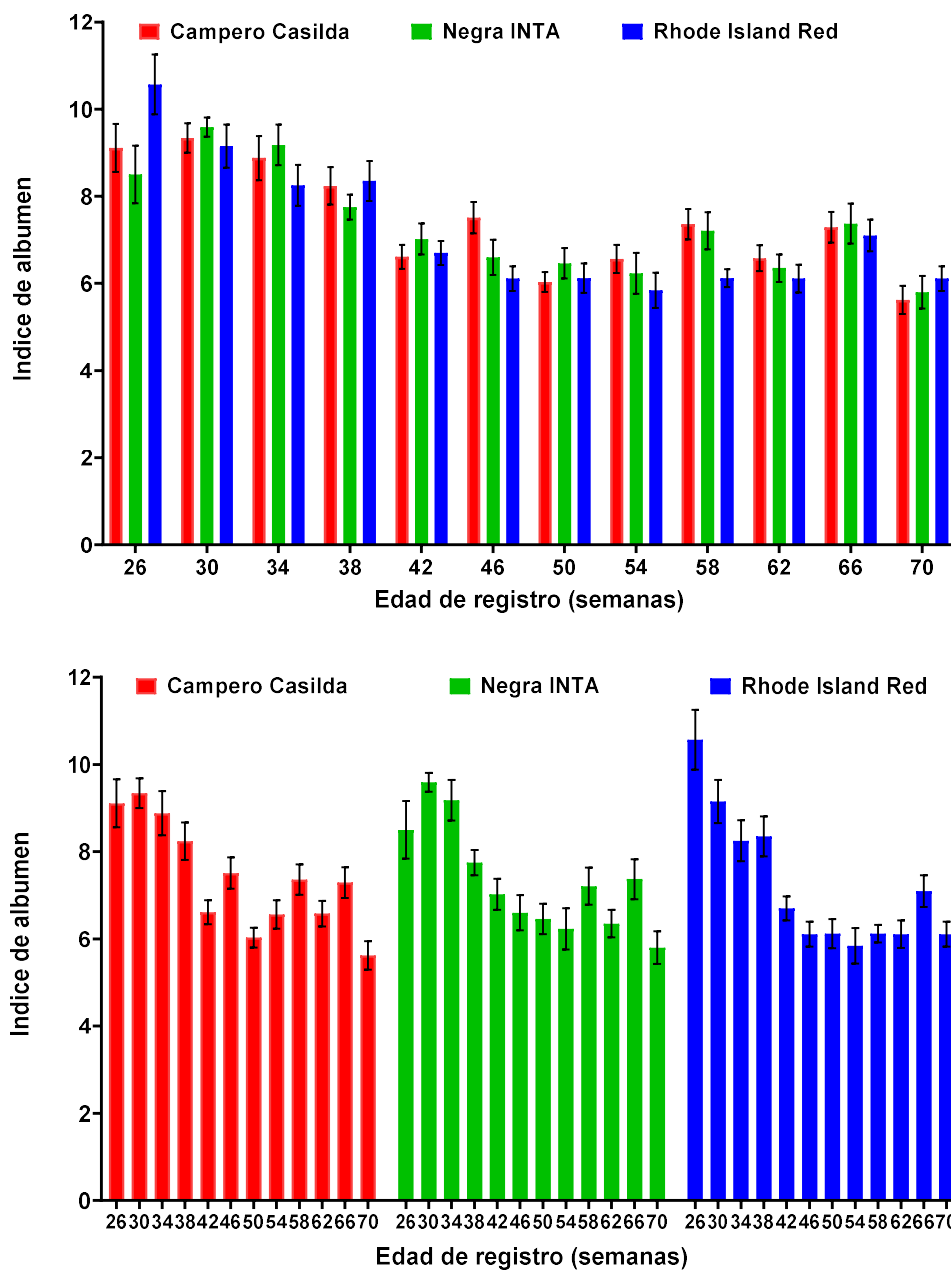


Figura 84 – Comportamiento del índice de albúmen evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

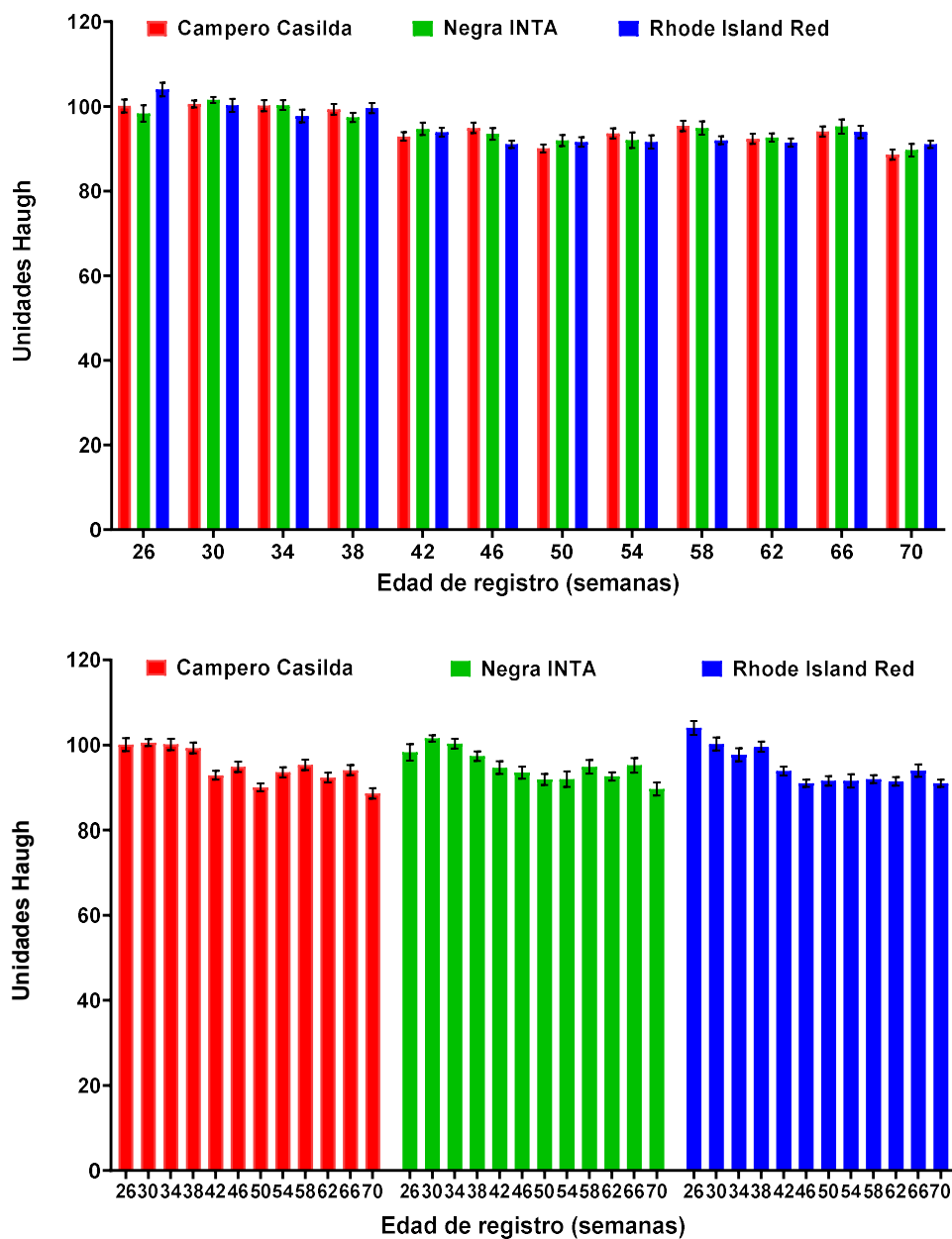


Figura 85 – Comportamiento de las Unidades Haugh evaluadas en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

11.1.1.3 Cáscara

La Tabla 93 resume el significado de los efectos de los factores principales y de la interacción para los caracteres de calidad relacionados con la cáscara. Todas las variables mostraron efectos significativos del genotipo, el período de registro y la interacción. El efecto de la interacción se explica por las oscilaciones entre genotipos en los diferentes momentos. Las figuras muestran el comportamiento de cada indicador en los tres grupos y en los 12 períodos de registro.

Tabla 93 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, período de registro y su interacción sobre los indicadores asociados a la calidad de la cáscara. Análisis transversal						
Variable	Grupo Genético		Período		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	22,73	< 0,0001	56,56	< 0,0001	2,90	< 0,0001
Superficie del huevo	20,04	< 0,0001	59,35	< 0,0001	2,68	< 0,0001
Peso relativo del huevo	19,78	< 0,0001	61,22	< 0,0001	2,61	0,0001
Espesor de la cáscara	3,58	0,029	7,96	< 0,0001	3,70	< 0,0001

a. Peso del huevo

La Figura 86 describe el comportamiento creciente del peso del huevo con el progreso del ciclo. Los valores promedio (g) por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 64,8; NI= 64,7 y RIR= 62,2.

b. Superficie del huevo

El comportamiento creciente de la superficie del huevo se muestra en la Figura 87. Los valores promedio (mm^2) por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 91,0; NI= 90,9 y RIR= 88,5.

c. Peso relativo del huevo

La Figura 88 muestra el comportamiento creciente del peso relativo del huevo con el progreso del ciclo. Los valores promedio (g/mm^2) por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 0,711; NI= 0,711 y RIR= 0,704.

d. Espesor medio de la cáscara

En la Figura 89 se grafica el comportamiento decreciente del espesor medio de la cáscara del huevo con el progreso del ciclo. Los valores promedio (mm) por genotipo para los 12 momentos fueron: CC= 0,428; NI= 0,424 y RIR= 0,421.

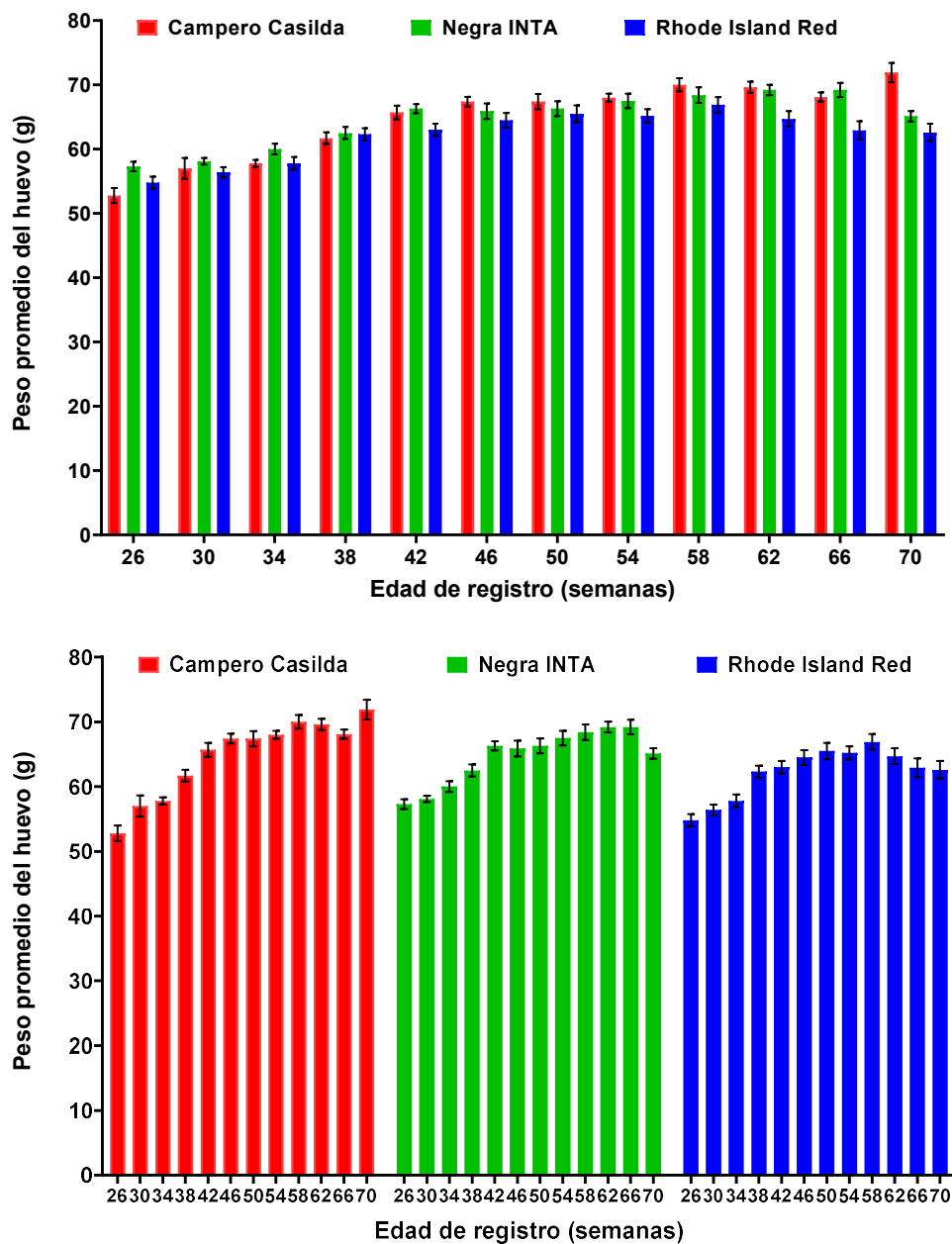


Figura 86 – Comportamiento del peso promedio del huevo evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

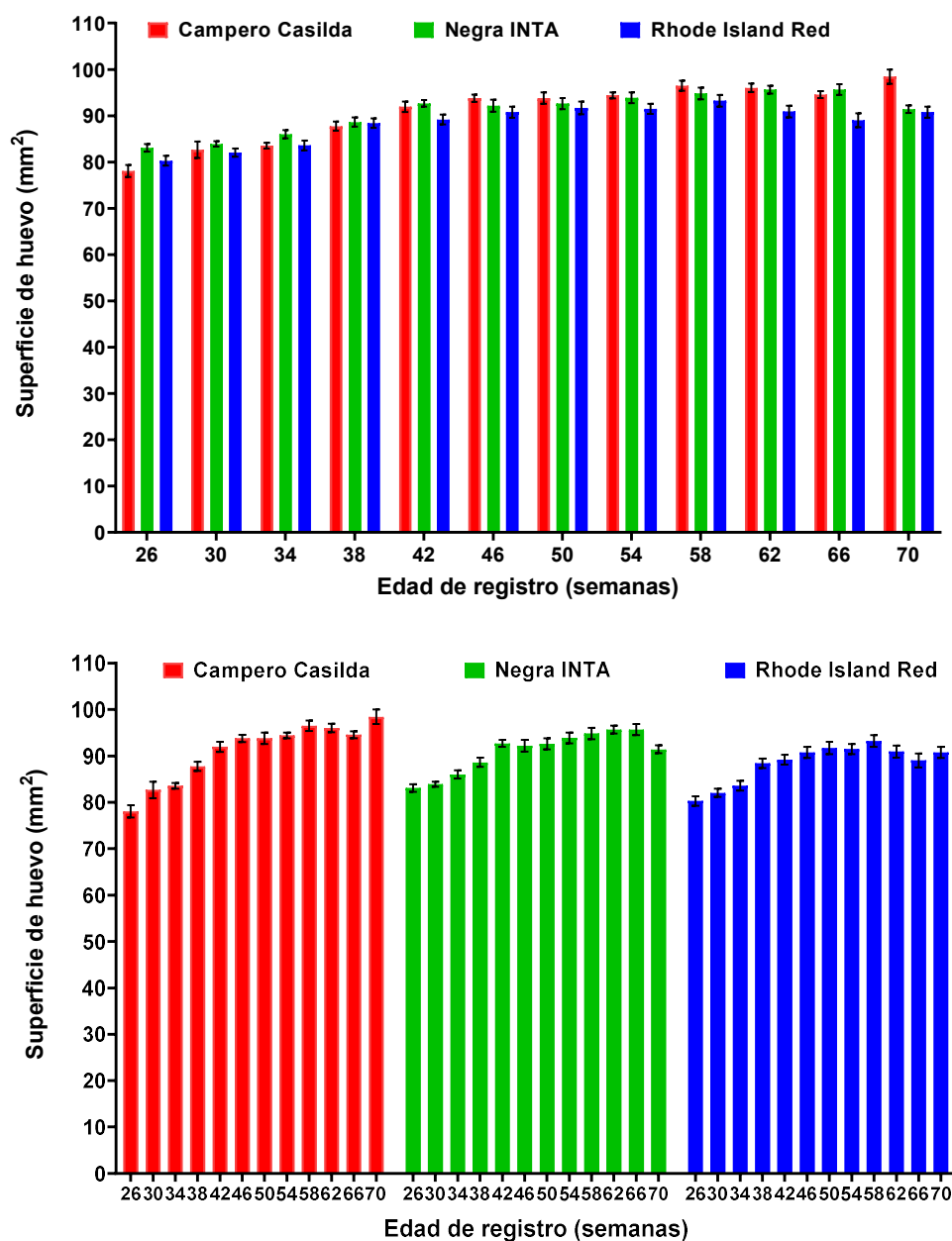


Figura 87 – Comportamiento de la superficie del huevo evaluada en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

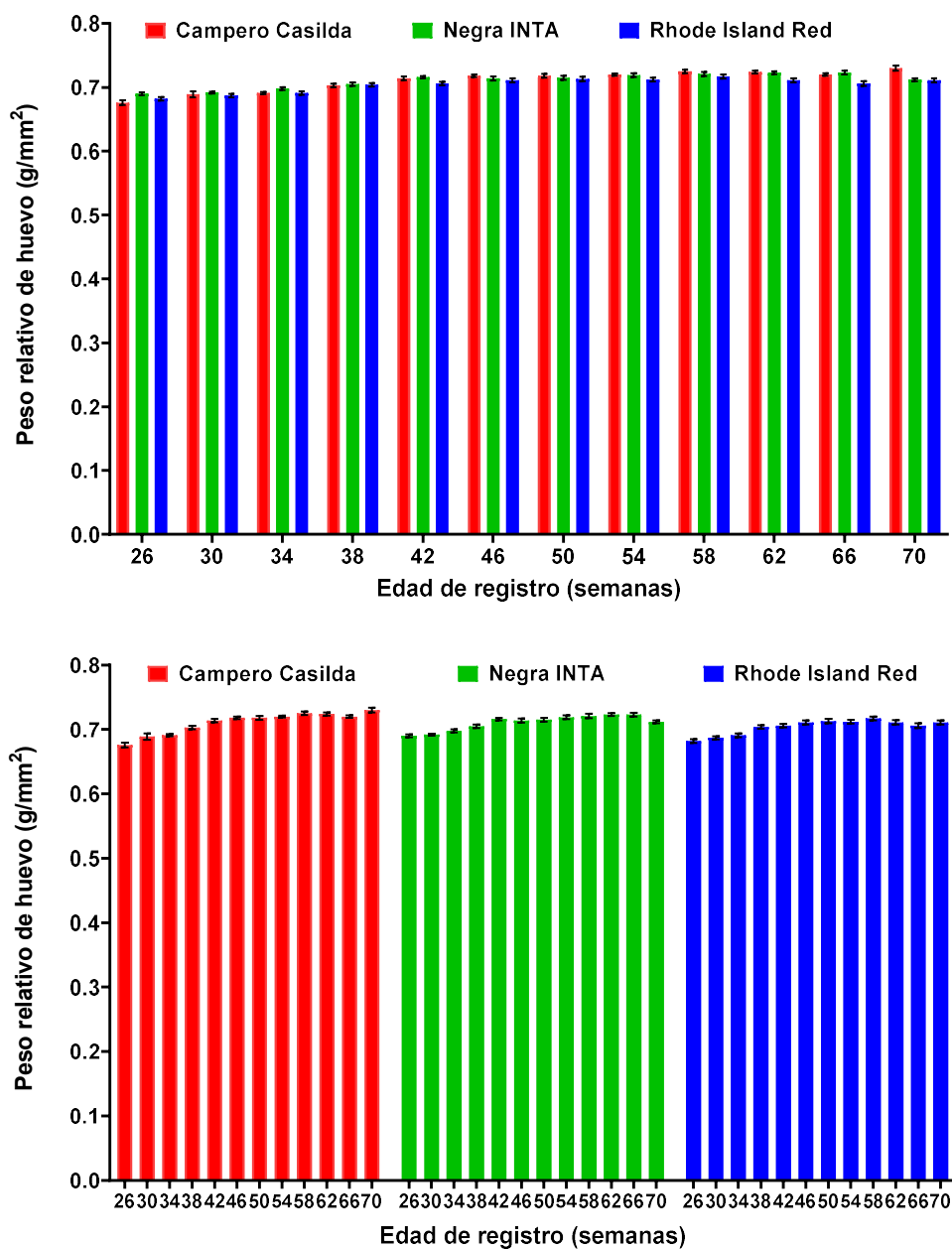


Figura 88 – Comportamiento del peso relativo del huevo evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

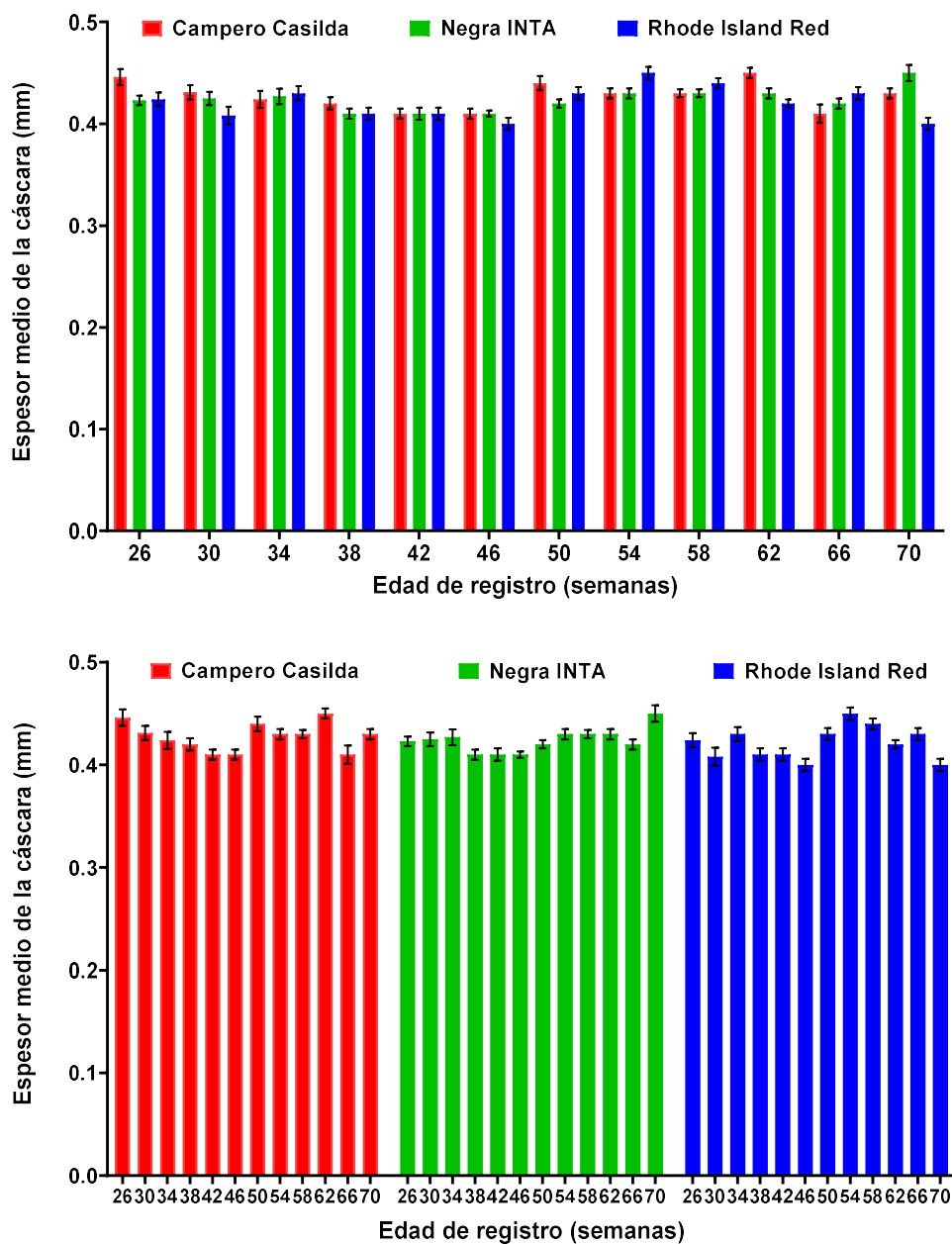


Figura 89 – Comportamiento del espesor medio de la cáscara evaluado en doce períodos consecutivos de registro durante el primer ciclo de postura de tres genotipos de ponedoras camperas (Arriba: Efecto del grupo genético en cada período de registro. Abajo: Efecto del período de registro para cada grupo genético)

Tabla 94 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el primer cuarto de su primer ciclo de postura

Grupo genético	Campero Casilda				Negra INTA			Rhode Island Red	
Edad cronológica	Semana 26	Semana 30	Semana 34	Semana 26	Semana 30	Semana 34	Semana 26	Semana 30	Semana 34
<i>Yema</i>									
Altura	18,4 ± 0,36	19,3 ± 0,28	20,6 ± 0,48	18,4 ± 0,36	19,3 ± 0,17	20,7 ± 0,24	17,5 ± 0,20	18,7 ± 0,30	19,7 ± 0,20
Diámetro	36,9 ± 1,21	40,2 ± 0,50	41,5 ± 0,32	38,4 ± 0,31	40,5 ± 0,33	41,3 ± 0,34	37,4 ± 0,19	38,8 ± 0,21	39,2 ± 0,53
Índice	49,4 ± 0,50	48,0 ± 0,67	49,9 ± 1,34	47,8 ± 0,87	47,8 ± 0,69	50,2 ± 0,73	46,8 ± 0,57	48,7 ± 0,83	50,4 ± 0,87
<i>Albumen</i>									
Altura	6,88 ± 0,35	7,05 ± 0,19	7,01 ± 0,30	6,65 ± 0,44	7,31 ± 0,17	7,10 ± 0,28	7,89 ± 0,39	7,01 ± 0,35	6,49 ± 0,33
Longitud	84,5 ± 1,58	80,5 ± 2,11	84,8 ± 1,88	86,0 ± 1,40	87,7 ± 1,56	85,8 ± 2,02	84,6 ± 1,78	84,1 ± 0,96	86,8 ± 1,61
Anchura	68,2 ± 2,49	71,5 ± 1,28	75,6 ± 1,92	72,7 ± 1,88	68,7 ± 1,15	70,5 ± 0,88	67,3 ± 1,60	69,8 ± 1,02	71,6 ± 1,31
Índice	9,11 ± 0,55	9,34 ± 0,34	8,88 ± 0,51	8,50 ± 0,66	9,59 ± 0,22	9,18 ± 0,47	10,57 ± 0,69	9,15 ± 0,50	8,25 ± 0,47
Unidades Haugh	100,1 ± 1,53	100,6 ± 0,84	100,2 ± 1,34	98,3 ± 1,96	101,5 ± 0,73	100,3 ± 1,12	104,0 ± 1,63	100,2 ± 1,53	97,7 ± 1,52
<i>Huevo y cáscara</i>									
Peso	52,8 ± 1,18	57,0 ± 1,62	57,8 ± 0,55	57,3 ± 0,75	58,1 ± 0,51	60,0 ± 0,83	54,8 ± 0,95	56,4 ± 0,82	57,8 ± 0,99
Superficie	78,1 ± 1,30	82,6 ± 1,76	83,6 ± 0,60	83,1 ± 0,82	83,9 ± 0,55	85,9 ± 0,89	80,3 ± 1,04	82,0 ± 0,90	83,6 ± 1,07
Peso relativo	0,676 ± 0,004	0,689 ± 0,005	0,691 ± 0,002	0,690 ± 0,002	0,692 ± 0,002	0,698 ± 0,002	0,682 ± 0,003	0,687 ± 0,003	0,691 ± 0,003
<i>Cáscara</i>									
Espesor	0,446 ± 0,008	0,431 ± 0,007	0,424 ± 0,009	0,423 ± 0,005	0,425 ± 0,007	0,427 ± 0,008	0,424 ± 0,007	0,408 ± 0,009	0,430 ± 0,007

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genético y por edad de registro

11.1.2. Primer cuarto del ciclo de postura

La Tabla 94 resume los valores promedio de los diferentes indicadores de calidad del huevo registrados al inicio de la postura.

11.1.2.1. Yema

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad de la yema se presenta en la Tabla 95 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 90.

Tabla 95 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura de la yema	10,0	< 0,0001	40,9	< 0,0001	0,46	0,764
Diámetro de la yema	18,4	< 0,0001	41,1	< 0,0001	1,27	0,285
Índice de yema	0,50	0,606	7,06	0,0012	1,12	0,351

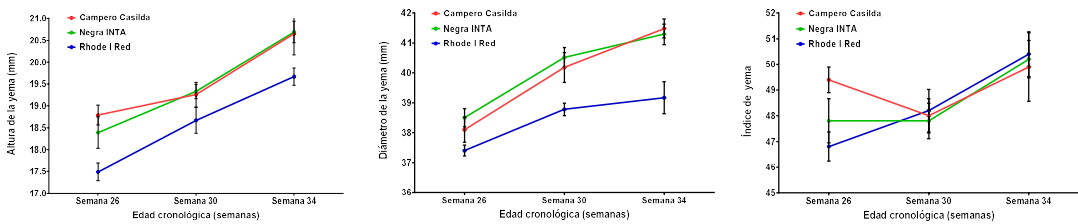


Figura 90 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

No se observó efecto de la interacción en ninguno de los tres indicadores. El efecto del grupo genético sobre la altura y el diámetro de la yema se debió al menor valor registrado en los huevos puestos por las aves Rhode Island Red. El significado del efecto de la edad de registro se explica por el aumento del valor promedio de los indicadores con el progreso del ciclo.

11.1.2.2 Albumen

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad del albumen se presenta en la Tabla 96 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 91.

Tabla 96 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura del albumen	0,17	0,845	0,66	0,516	2,68	0,035
Longitud del albumen	1,31	0,273	2,58	0,080	0,34	0,848
Anchura del albumen	1,45	0,238	3,39	0,037	2,79	0,029
Índice de albumen	0,20	0,823	1,43	0,242	2,64	0,037
Unidades Haugh	0,14	0,872	0,97	0,383	2,74	0,032

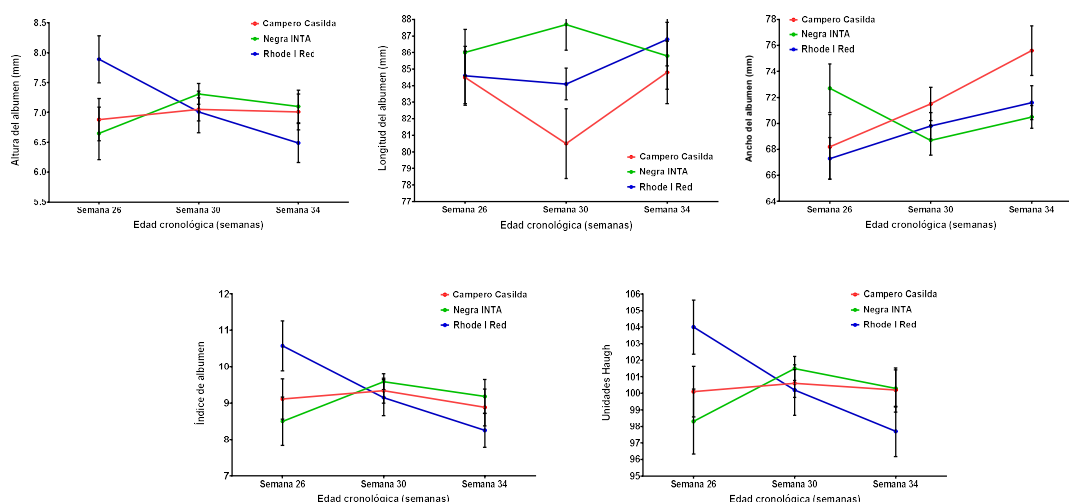


Figura 91 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

Se observó interacción significativa para cuatro de los indicadores atribuibles al comportamiento de RIR entre las semanas 26 y 30 para altura e índice del albumen y Unidades Haugh y al de Negra INTA para anchura del albumen. La presencia de interacción significativa limita la interpretación de los efectos de los factores principales. El efecto del grupo genético fue no significativo en todos los casos y el de la edad de registro solo fue significativo para la anchura del albumen.

11.1.2.3 Cáscara

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores asociados a la cáscara se presenta en la Tabla 97 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 92.

Tabla 97 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el primer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	6,19	0,0027	10,4	< 0,0001	0,90	0,467
Superficie del huevo	6,40	0,0023	10,6	< 0,0001	0,92	0,457
Peso relativo del huevo	6,47	0,0021	10,2	< 0,0001	0,99	0,415
Espesor de la cáscara	2,48	0,088	1,34	0,267	1,78	0,137

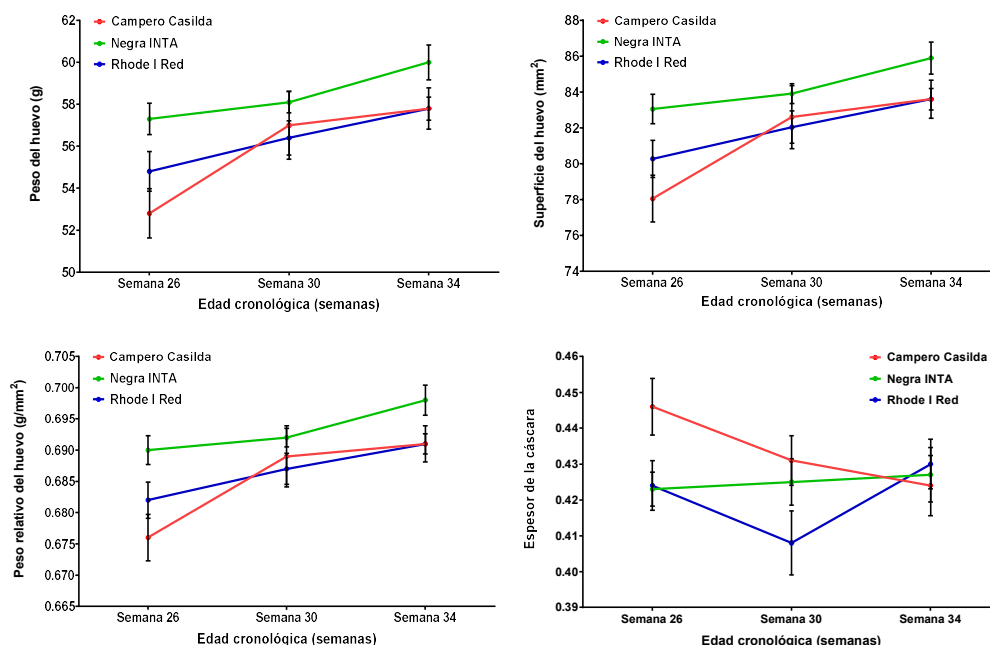


Figura 92 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores vinculados con la cáscara de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el primer cuarto del ciclo de postura

No se observaron efectos significativos de la interacción. El significado del grupo genético sobre el peso del huevo y sobre su superficie se explica por el comportamiento de Negra INTA con mayores valores que los dos genotipos restantes. El efecto significativo de la edad de registro se vinculó con el comportamiento creciente de los valores del peso y la superficie del huevo. Ninguno de los factores afectó significativamente el espesor de la cáscara.

Tabla 98 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el segundo cuarto de su primer ciclo de postura

Grupo genético	Campero Casilda				Negra INTA		Rhode Island Red		
Edad cronológica	Semana 38	Semana 42	Semana 46	Semana 38	Semana 42	Semana 46	Semana 38	Semana 42	Semana 46
<i>Yema</i>									
Altura	20,4 ± 0,40	20,7 ± 0,32	22,8 ± 0,24	18,7 ± 0,22	19,8 ± 0,26	19,7 ± 0,29	19,2 ± 0,18	20,3 ± 0,31	20,4 ± 0,25
Diámetro	42,8 ± 0,92	42,5 ± 0,20	42,8 ± 0,36	41,3 ± 0,35	42,8 ± 0,32	43,6 ± 0,58	40,6 ± 0,22	40,0 ± 0,43	40,6 ± 0,31
Índice	48,0 ± 1,31	48,8 ± 0,81	53,3 ± 0,84	45,3 ± 0,52	46,4 ± 0,77	45,3 ± 1,05	47,3 ± 0,58	50,7 ± 0,69	50,3 ± 0,83
<i>Albumen</i>									
Altura	6,92 ± 0,28	5,65 ± 0,21	6,12 ± 0,26	6,51 ± 0,23	6,07 ± 0,31	5,81 ± 0,30	7,00 ± 0,28	5,78 ± 0,21	5,25 ± 0,16
Longitud	91,3 ± 1,62	91,6 ± 1,14	87,5 ± 1,90	92,0 ± 1,70	96,8 ± 2,01	96,1 ± 2,51	92,2 ± 1,89	93,6 ± 1,68	94,5 ± 1,94
Anchura	78,3 ± 1,95	80,0 ± 1,04	76,6 ± 1,55	73,6 ± 1,94	76,5 ± 1,59	82,0 ± 1,72	77,2 ± 1,36	80,0 ± 1,10	79,8 ± 2,42
Índice	8,24 ± 0,43	6,61 ± 0,28	7,51 ± 0,36	7,75 ± 0,29	7,02 ± 0,36	6,60 ± 0,40	8,35 ± 0,46	6,70 ± 0,28	6,11 ± 0,29
Unidades Haugh	99,3 ± 1,28	92,9 ± 1,03	94,9 ± 1,23	97,4 ± 1,11	94,7 ± 1,48	93,5 ± 1,40	99,6 ± 1,17	93,9 ± 1,06	91,0 ± 0,83
<i>Huevo y cáscara</i>									
Peso	61,7 ± 0,93	65,7 ± 1,07	67,4 ± 0,76	62,5 ± 0,93	66,3 ± 0,71	65,9 ± 1,22	62,3 ± 0,95	63,0 ± 0,98	64,5 ± 1,15
Superficie	87,7 ± 1,00	91,9 ± 1,13	93,8 ± 0,79	88,6 ± 0,99	92,7 ± 0,74	92,2 ± 1,29	88,4 ± 1,01	89,2 ± 1,04	90,8 ± 1,22
Peso relativo	0,703 ± 0,003	0,714 ± 0,003	0,718 ± 0,002	0,705 ± 0,003	0,716 ± 0,002	0,714 ± 0,003	0,704 ± 0,003	0,706 ± 0,003	0,711 ± 0,003
<i>Cáscara</i>									
Espesor	0,425 ± 0,006	0,414 ± 0,005	0,411 ± 0,005	0,407 ± 0,005	0,406 ± 0,006	0,410 ± 0,003	0,415 ± 0,006	0,414 ± 0,006	0,397 ± 0,006

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genético y por edad de registro

11.1.3. Segundo cuarto del ciclo de postura

La Tabla 98 resume los valores promedio de los diferentes indicadores de calidad del huevo registrados en el segundo cuarto del ciclo de postura.

11.1.3.1. Yema

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad de la yema se presenta en la Tabla 99 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 93.

Tabla 99 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura de la yema	36,1	< 0,0001	22,4	< 0,0001	4,78	0,001
Diámetro de la yema	23,6	< 0,0001	2,24	0,111	6,11	0,003
Índice de yema	15,6	< 0,0001	6,11	0,003	5,67	0,0003

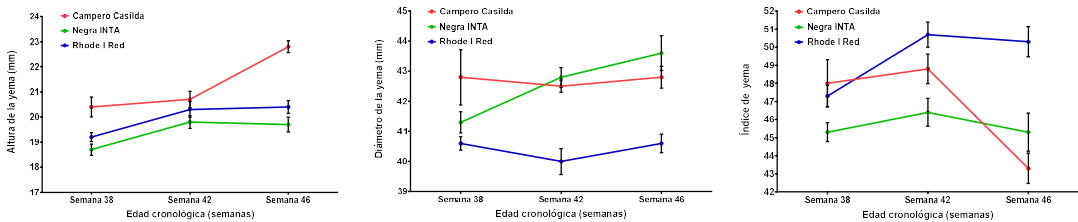


Figura 93 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Se observó efecto de la interacción en los tres indicadores debido al comportamiento de Campero Casilda en la altura y en el índice y de Negra INTA en el diámetro, lo que limitó la interpretación de los efectos de los factores principales. Pese a ello Campero Casilda presentó mayor altura de la yema y Rhode Island Red el menor diámetro

11.1.3.2 Albumen

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad del albumen se presenta en la Tabla 100 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 94.

Tabla 100 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura del albumen	0,57	0,568	16,7	< 0,0001	2,13	0,081
Longitud del albumen	5,33	0,006	1,04	0,357	1,41	0,233
Anchura del albumen	0,71	0,493	2,85	0,062	2,74	0,032
Índice de albumen	1,08	0,343	14,5	< 0,0001	2,04	0,093
Unidades Haugh	0,40	0,671	19,9	< 0,0001	1,96	0,104

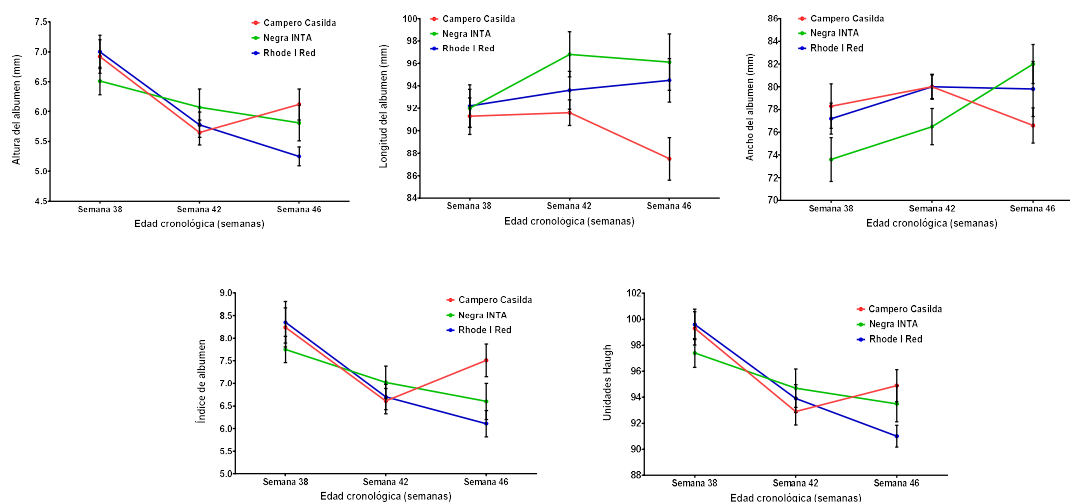


Figura 94 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

Se observó un efecto significativo de la interacción sobre la anchura del albumen atribuible al comportamiento de los genotipos entre las 42 y 46 semanas de edad. El efecto del grupo genético sobre la longitud del albumen se asoció con un menor valor para Campero Casilda, el valor mayor para Negra INTA y valores intermedios para Rhode Island Red. La altura y el índice de albumen y las Unidades Haugh presentaron una tendencia decreciente con el progreso del ciclo.

11.1.3.3 Cáscara

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores asociados a la cáscara se presenta en la Tabla 101 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 95.

Tabla 101 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el segundo cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	2,84	0,062	12,0	< 0,0001	1,38	0,245
Superficie del huevo	2,68	0,076	12,3	< 0,0001	1,40	0,239
Peso relativo del huevo	2,76	0,067	11,2	< 0,0001	1,24	0,298
Espesor de la cáscara	2,49	0,087	2,40	0,095	1,55	0,193

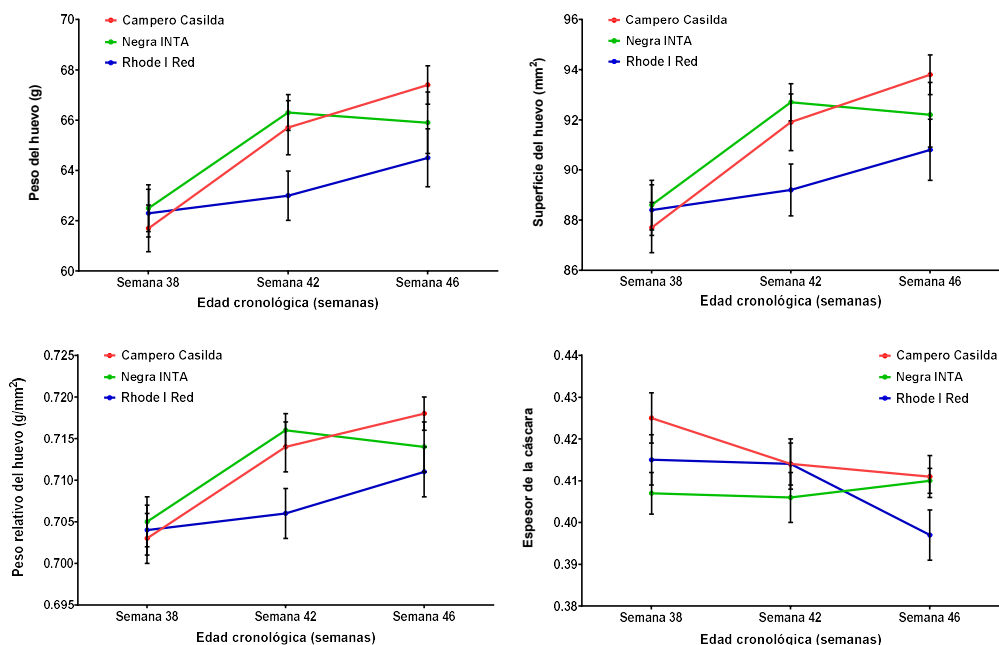


Figura 95 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el segundo cuarto del ciclo de postura

No se observó efecto de la interacción. El efecto del grupo genético fue, en todos los casos, marginalmente significativo con menores valores de los indicadores relacionados con el huevo en Rhode Island Red. El peso (absoluto y relativo) y la superficie del huevo aumentaron sus valores con el progreso del ciclo.

Tabla 102 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el tercer cuarto de su primer ciclo de postura

Grupo genético		Campero Casilda				Negra INTA		Rhode Island Red	
Edad cronológica	Semana 50	Semana 54	Semana 58	Semana 50	Semana 54	Semana 58	Semana 50	Semana 54	Semana 58
<i>Yema</i>									
Altura	20,7 ± 0,324	20,7 ± 0,29	22,1 ± 0,30	19,4 ± 0,36	19,3 ± 0,31	21,4 ± 0,37	19,4 ± 0,32	19,0 ± 0,32	20,6 ± 0,26
Diámetro	44,2 ± 0,31	45,2 ± 0,30	44,6 ± 0,24	43,7 ± 0,36	44,8 ± 0,45	42,8 ± 0,34	42,2 ± 0,35	41,9 ± 0,24	41,4 ± 0,31
Índice	46,8 ± 0,66	45,7 ± 0,74	49,5 ± 0,83	44,3 ± 0,88	43,1 ± 0,79	50,0 ± 0,98	45,9 ± 0,72	45,4 ± 0,76	49,7 ± 0,82
<i>Albumen</i>									
Altura	5,16 ± 0,16	5,87 ± 0,24	6,28 ± 0,25	5,51 ± 0,27	5,60 ± 0,37	6,17 ± 0,33	5,40 ± 0,24	5,43 ± 0,31	5,50 ± 0,19
Longitud	92,2 ± 1,33	98,5 ± 1,90	94,1 ± 2,16	94,0 ± 1,42	99,6 ± 1,80	94,8 ± 2,23	96,9 ± 1,52	104,0 ± 2,38	96,0 ± 2,36
Anchura	79,4 ± 1,42	82,2 ± 1,64	78,0 ± 1,49	77,1 ± 1,29	81,8 ± 1,75	77,4 ± 1,50	81,2 ± 1,74	83,9 ± 2,13	84,1 ± 2,02
Índice	6,03 ± 0,23	6,56 ± 0,32	7,36 ± 0,35	6,46 ± 0,35	6,23 ± 0,47	7,21 ± 0,42	6,12 ± 0,34	5,84 ± 0,41	6,12 ± 0,20
Unidades Haugh	90,1 ± 0,92	93,6 ± 1,20	95,4 ± 1,23	91,9 ± 1,32	92,0 ± 1,82	94,9 ± 1,58	91,6 ± 1,11	91,6 ± 1,55	92,0 ± 0,92
<i>Huevo y cáscara</i>									
Peso	67,4 ± 1,17	68,0 ± 0,62	70,0 ± 1,05	66,3 ± 1,16	67,5 ± 1,13	68,4 ± 1,20	65,5 ± 1,29	65,2 ± 1,03	66,9 ± 1,21
Superficie	93,8 ± 1,22	94,4 ± 0,64	96,5 ± 1,09	92,6 ± 1,21	93,9 ± 1,18	94,8 ± 1,25	91,7 ± 1,36	91,5 ± 1,09	93,2 ± 1,26
Peso relativo	0,718 ± 0,003	0,720 ± 0,002	0,725 ± 0,003	0,715 ± 0,003	0,719 ± 0,003	0,721 ± 0,003	0,713 ± 0,004	0,712 ± 0,003	0,717 ± 0,003
<i>Cáscara</i>									
Espesor	0,440 ± 0,007	0,431 ± 0,005	0,434 ± 0,004	0,419 ± 0,004	0,433 ± 0,005	0,428 ± 0,004	0,429 ± 0,006	0,451 ± 0,006	0,443 ± 0,005

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genético y por edad de registro

11.1.4. Tercer cuarto del ciclo de postura

La Tabla 102 resume los valores promedio de los diferentes indicadores de calidad del huevo registrados en el tercer cuarto del ciclo de postura.

11.1.4.1. Yema

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad de la yema se presenta en la Tabla 103 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 96.

Tabla 103 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura de la yema	18,1	< 0,0001	26,0	< 0,0001	0,57	0,685
Diámetro de la yema	58,5	< 0,0001	7,51	0,0008	2,85	0,027
Índice de yema	3,03	0,052	32,9	< 0,0001	1,35	0,255

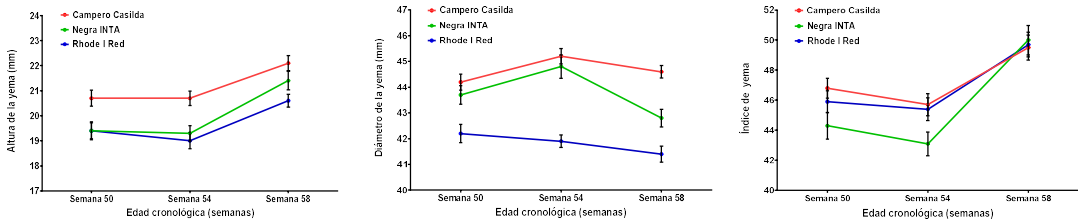


Figura 96 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Se observó efecto de la interacción sobre el diámetro de la yema debido al comportamiento decreciente de Rhode Island Red entre las semanas 50 y 54. Campero Casilda presentó mayor altura y diámetro de la yema y Rhode Island Red el menor diámetro. El efecto de la edad se reflejó en los mayores valores de la altura de yema y del índice de yema y los menores valores del diámetro de la yema al final del período evaluado (semana 58) respecto del inicio (semana 50).

11.1.4.2 Albumen

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad del albumen se presenta en la Tabla 104 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 97.

Tabla 104 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura del albumen	1,42	0,245	4,07	0,019	1,07	0,373
Longitud del albumen	3,42	0,036	9,76	0,0001	0,29	0,887
Anchura del albumen	5,27	0,0006	3,48	0,034	3,82	0,025
Índice de albumen	3,04	0,052	3,82	0,025	1,05	0,386
Unidades Haugh	0,89	0,412	3,62	0,030	1,09	0,362

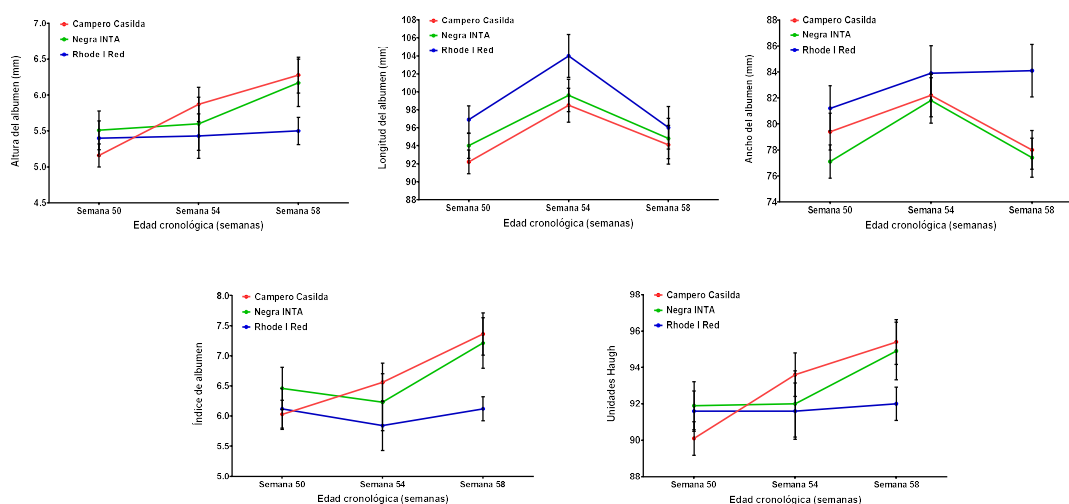


Figura 97 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Se observó un efecto significativo de la interacción sobre la anchura del albumen atribuible al comportamiento de los genotipos entre las 54 y 58 semanas de edad. El efecto del grupo genético sobre la longitud y la anchura del albumen se asoció con el valor mayor para Rhode Island Red en ambos casos. La altura y el índice de albumen y las Unidades Haugh presentaron, en promedio, una tendencia creciente comparándolos valores de las semanas 50 y 58.

11.1.4.3 Cáscara

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores asociados a la cáscara se presenta en la Tabla 105 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 98.

Tabla 105 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el tercer cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	4,15	0,018	2,73	0,069	0,17	0,954
Superficie del huevo	4,31	0,016	2,72	0,070	0,16	0,958
Peso relativo del huevo	4,06	0,020	2,76	0,067	0,21	0,932
Espesor de la cáscara	5,73	0,004	2,29	0,105	2,46	0,049

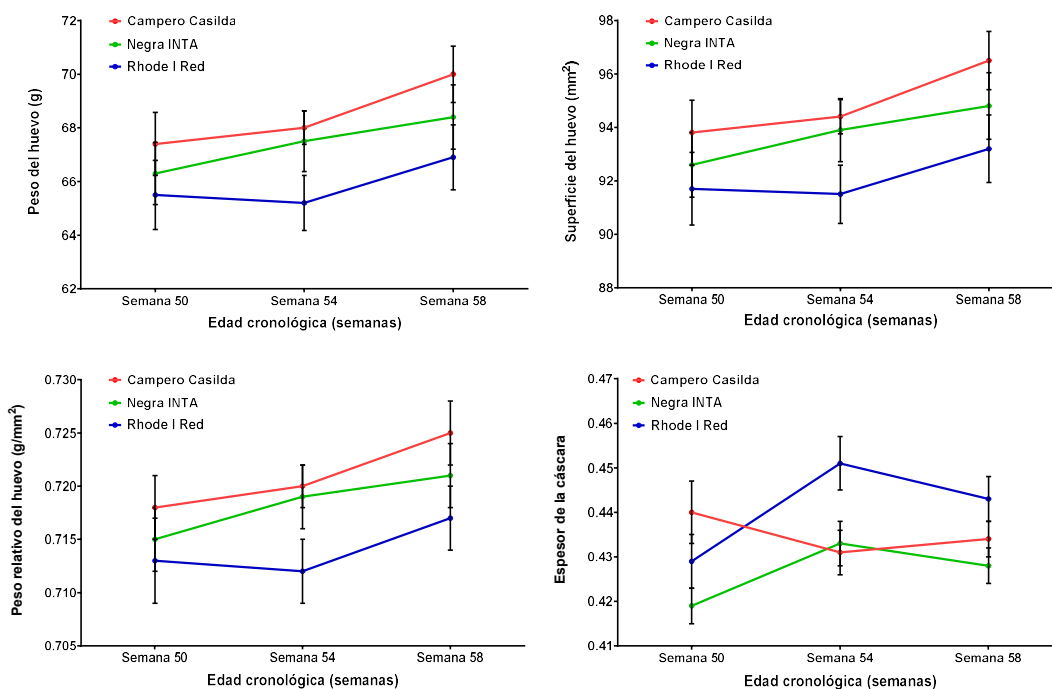


Figura 98 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el tercer cuarto del ciclo de postura

Se observó efecto de la interacción sobre el espesor de la cáscara debido al comportamiento particular exhibido por Campero Casilda. en Rhode Island Red. El peso (absoluto y relativo) y la superficie del huevo aumentaron sus valores con el progreso del ciclo correspondiendo los mayores valores a Campero Casilda, seguido por Negra INTA y, por último, con los menores valores, Rhode Island Red.

Tabla 106 - Calidad interna del huevo en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos en el último cuarto de su primer ciclo de postura

Grupo genético	Campero Casilda				Negra INTA			Rhode Island Red	
Edad cronológica	Semana 62	Semana 66	Semana 70	Semana 62	Semana 66	Semana 70	Semana 62	Semana 66	Semana 70
<i>Yema</i>									
Altura	21,8 ± 0,31	22,6 ± 0,21	21,1 ± 0,32	20,6 ± 0,32	22,0 ± 0,22	19,1 ± 0,34	19,5 ± 0,34	20,7 ± 0,27	20,4 ± 0,25
Diámetro	43,8 ± 0,37	44,5 ± 0,52	45,6 ± 0,51	43,7 ± 0,30	43,1 ± 0,28	44,2 ± 0,18	41,7 ± 0,36	40,7 ± 0,30	40,6 ± 0,31
Índice	49,8 ± 0,78	51,0 ± 0,89	46,3 ± 0,76	47,2 ± 0,88	51,0 ± 0,59	43,3 ± 0,69	46,9 ± 0,87	51,0 ± 0,65	50,3 ± 0,83
<i>Albumen</i>									
Altura	5,66 ± 0,21	5,97 ± 0,24	5,03 ± 0,23	5,70 ± 0,21	6,27 ± 0,36	5,07 ± 0,29	5,35 ± 0,19	5,83 ± 0,27	5,25 ± 0,16
Longitud	93,4 ± 1,64	88,8 ± 1,92	99,7 ± 1,70	99,6 ± 1,56	94,6 ± 1,73	96,5 ± 1,54	99,2 ± 2,08	89,7 ± 1,46	94,5 ± 1,94
Anchura	74,8 ± 1,59	76,2 ± 1,18	81,0 ± 1,95	81,6 ± 1,77	76,7 ± 1,19	79,8 ± 1,33	77,9 ± 1,71	75,6 ± 2,20	79,8 ± 2,42
Índice	6,58 ± 0,30	7,29 ± 0,35	5,62 ± 0,33	6,35 ± 0,32	7,37 ± 0,46	5,80 ± 0,37	6,11 ± 0,32	7,10 ± 0,36	6,11 ± 0,29
Unidades Haugh	92,4 ± 1,18	94,1 ± 1,20	88,6 ± 1,21	92,6 ± 0,98	95,2 ± 1,69	89,7 ± 1,50	91,4 ± 0,99	94,0 ± 1,45	91,0 ± 0,83
<i>Huevo y cáscara</i>									
Peso	69,6 ± 0,86	68,1 ± 0,72	71,9 ± 1,52	69,2 ± 0,83	69,2 ± 1,12	65,1 ± 0,80	64,7 ± 1,20	62,9 ± 1,43	62,6 ± 1,37
Superficie	96,0 ± 0,91	94,6 ± 0,75	98,4 ± 1,56	95,7 ± 0,86	95,6 ± 1,18	91,4 ± 0,84	90,9 ± 1,26	89,0 ± 1,50	90,8 ± 1,22
Peso relativo	0,724 ± 0,002	0,720 ± 0,002	0,730 ± 0,004	0,723 ± 0,002	0,723 ± 0,003	0,712 ± 0,002	0,711 ± 0,003	0,706 ± 0,004	0,705 ± 0,003
<i>Cáscara</i>									
Espesor	0,450 ± 0,005	0,415 ± 0,009	0,435 ± 0,005	0,428 ± 0,005	0,416 ± 0,005	0,454 ± 0,008	0,416 ± 0,004	0,435 ± 0,006	0,468 ± 0,006

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n = 15 huevos por grupo genético y por edad de registro

11.1.5. Cuarto final del ciclo de postura

La Tabla 106 resume los valores promedio de los diferentes indicadores de calidad del huevo registrados en el último cuarto del ciclo de postura.

11.1.5.1. Yema

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad de la yema se presenta en la Tabla 107 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 99.

Tabla 107 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad de la yema en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura de la yema	26,1	< 0,0001	23,3	< 0,0001	6,47	< 0,0001
Diámetro de la yema	80,8	< 0,0001	2,81	0,064	4,28	0,003
Índice de yema	7,11	0,0012	24,8	< 0,0001	8,74	< 0,0001

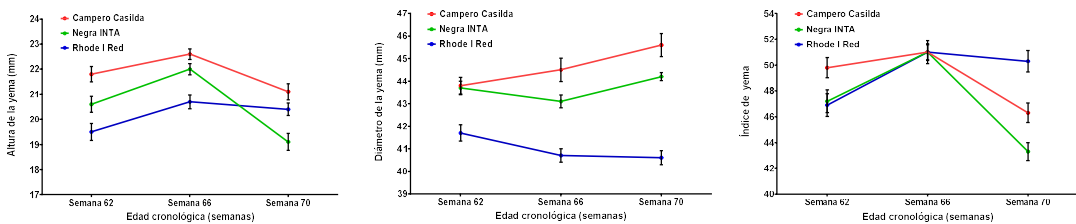


Figura 99 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Se observó efecto de la interacción en los tres indicadores debido al comportamiento de Campero Casilda en la altura y en el diámetro y de Rhode Island Red en el índice, lo que limitó la interpretación de los efectos de los factores principales. Pese a ello Campero Casilda presentó mayor altura de la yema y Rhode Island Red el menor diámetro.

11.1.5.2 Albumen

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores de calidad del albumen se presenta en la Tabla 108 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 100.

Tabla 108 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores de calidad del albumen en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Altura del albumen	0,52	0,596	10,1	< 0,0001	0,57	0,685
Longitud del albumen	2,44	0,092	12,4	< 0,0001	3,51	0,009
Anchura del albumen	1,12	0,330	3,97	0,021	1,45	0,221
Índice de albumen	0,03	0,969	12,7	< 0,0001	0,55	0,702
Unidades Haugh	0,31	0,737	10,4	< 0,0001	0,58	0,678

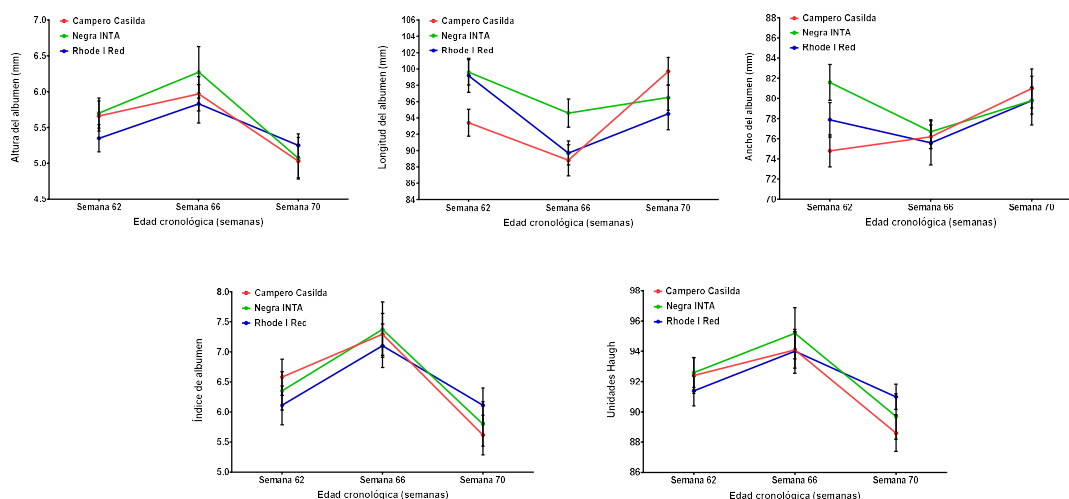


Figura 100 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad del albumen de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Se observó un efecto significativo de la interacción sobre la longitud del albumen atribuible al comportamiento de Campero Casilda que limitó la interpretación del efecto significativo del grupo genético sobre dicho indicador. El efecto observado sobre la edad de registro no pudo asociarse a una tendencia consistente de los valores de los diferentes indicadores.

11.1.5.3 Cáscara

El significado estadístico de los efectos sobre los indicadores asociados a la cáscara se presenta en la Tabla 109 y el comportamiento de los mismos se describe en la Figura 101.

Tabla 109 - Significado estadístico de los efectos grupo genético, edad de registro y su interacción sobre los indicadores vinculados a la cáscara en tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en el último cuarto del ciclo de postura

Variable	Grupo Genético		Edad		Interacción	
	F	P	F	P	F	P
Peso del huevo	25,6	< 0,0001	1,15	0,320	3,55	0,009
Superficie del huevo	21,6	< 0,0001	0,73	0,484	3,71	0,007
Peso relativo del huevo	28,4	< 0,0001	1,37	0,257	3,87	0,005
Espesor de la cáscara	1,21	0,302	19,6	< 0,0001	8,84	< 0,0001

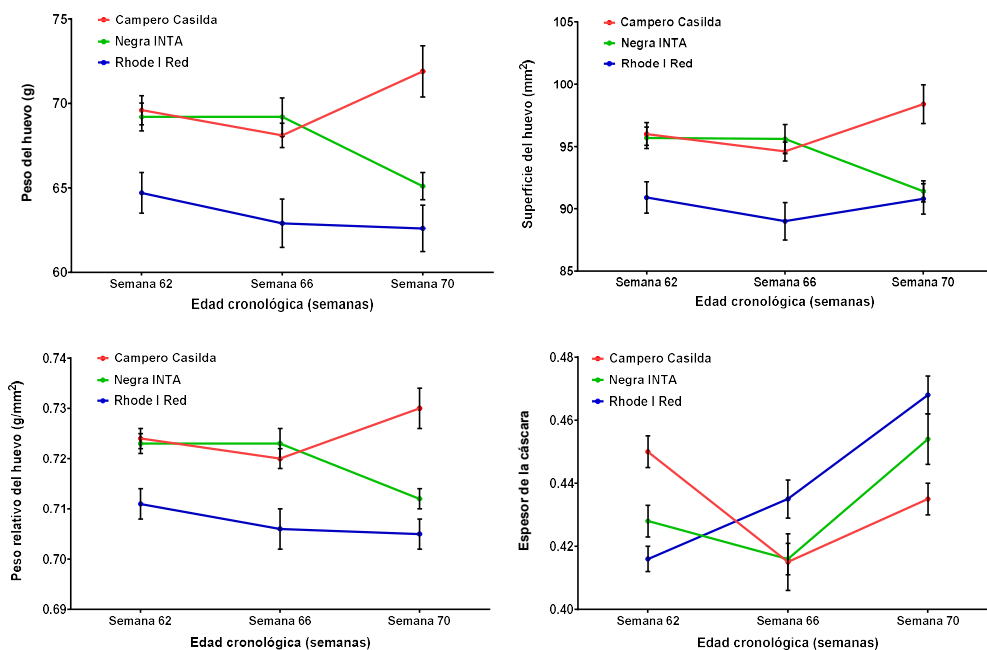


Figura 101 – Representación gráfica de las interacciones grupo genético x edad para los indicadores de calidad de la yema de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas destinadas a sistemas semi-intensivos en el último cuarto del ciclo de postura

Los efectos significativos de la interacción observados en las cuatro variables limitaron la interpretación del significado de los efectos de los factores principales. Rhode Island Red presentó el menor peso absoluto y relativo del huevo y la menor superficie.

11.2. Análisis longitudinal

11.2.1. Yema

a. Altura de la yema

La Tabla 110 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico de la altura de la yema se describe gráficamente en la Figura 102.

Tabla 110 – Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos altura de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (mm)	21,9 ± 0,57	21,0 ± 3,45	20,0 ± 0,25
¹ k (sem ⁻¹)	0,0847 ± 0,05434	0,0333 ± 0,09901	0,1617 ± 0,08625
R ² ajustado	0,584	0,090	0,599
Sy.x	0,783	1,046	0,596
² Aleatoriedad	0,825	0,608	0,825
³ Normalidad	0,278	0,484	0,415

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

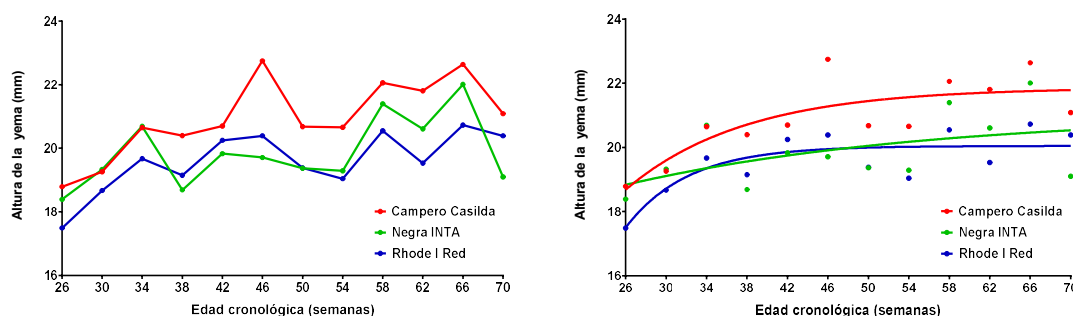


Figura 102 – Comportamiento dinámico de la altura de la yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos genéticos ($F= 3,383$; $p= 0,013$). Los huevos puestos por Campero Casilda presentaron mayor altura de yema durante todo el ciclo, mientras que Negra INTA y Rhode Island Red mostraron patrones dinámicos muy similares

b. Diámetro de la yema

La Tabla 111 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico del diámetro de la yema se describe gráficamente en la Figura 103.

Tabla 111 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos diámetro de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (mm)	44,9 ± 0,44	44,0 ± 0,43	41,4 ± 0,38
¹ k (sem ⁻¹)	0,0934 ± 0,02058	0,0938 ± 0,02893	0,1051 ± 0,04055
R ² ajustado	0,924	0,859	0,779
Sy.x	0,676	0,676	0,666
² Aleatoriedad	0,424	0,392	0,424
³ Normalidad	0,551	0,826	0,768

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

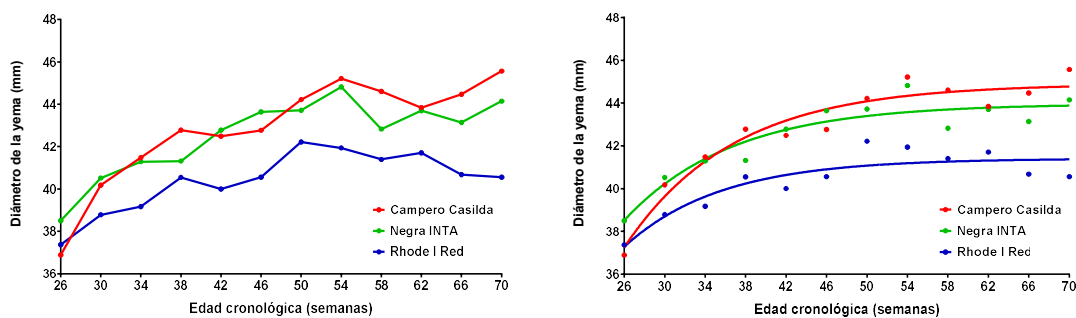


Figura 103 – Comportamiento dinámico del diámetro de la yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos genéticos ($F= 18,3$; $p< 0,0001$). Los huevos puestos por Rhode Island Red presentaron menor diámetro de yema durante todo el ciclo, mientras que Negra INTA y Rhode Island Red mostraron patrones dinámicos muy similares.

c. Índice de yema

La Tabla 112 resume la información derivada del ajuste lineal de los datos experimentales. El comportamiento dinámico del índice de yema se describe gráficamente en la Figura 104.

Tabla 112 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos índice de la yema versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ b (%/semana)	- 0,0124 ± 0,04601	- 0,0245 ± 0,05813	- 0,0234 ± 0,04404
¹ a (%)	49,5 ± 2,30	48,0 ± 2,90	47,5 ± 2,20
R ²	0,007	0,017	0,028
Sy.x	2,201	2,781	2,107
Ho) β = 0	F= 0,072; p= 0,794	F= 0,178; p= 0,368	F= 0,283; p= 0,607
² Aleatoriedad	0,825	0,067	0,854
³ Normalidad	0,567	0,616	0,258

¹ Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

² Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³ Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

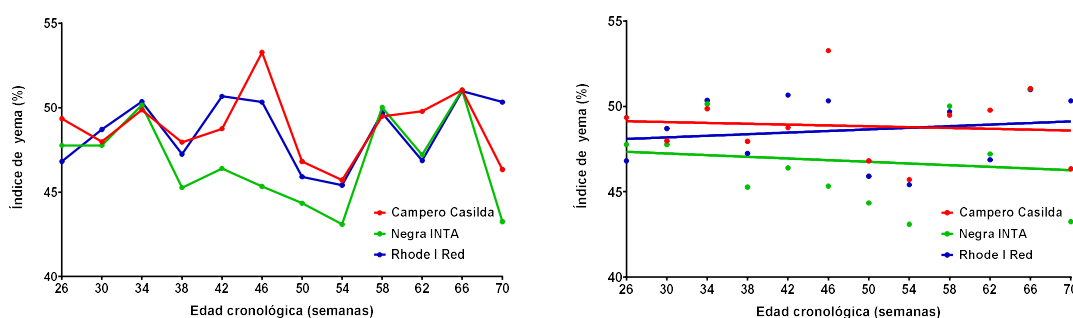


Figura 104 – Comportamiento dinámico del índice de yema en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste lineal)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Todas las pendientes fueron no significativas por lo que no difirieron entre sí ($F= 0,250$; $p= 0,780$) lo que posibilitó calcular una pendiente común a los tres grupos ($bc= -0,0045$) y comparar las alturas de las rectas las que tampoco mostraron diferencias significativas ($F= 2,799$; $p= 0,076$; $ac= 48,31$).

11.2.2 Albumen

a. Altura del albumen

La Tabla 113 resume la información derivada del ajuste de los datos con un modelo exponencial decreciente. El comportamiento dinámico de la altura del albumen se describe gráficamente en la Figura 105.

Tabla 113 - Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos altura del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ Yo (mm)	10,2 ± 4,80	10,2 ± 4,95	26,1 ± 15,95
¹ Plateau (mm)	4,94 ± 1,659	5,12 ± 1,319	5,23 ± 0,296
¹ k (sem ⁻¹)	0,0327 ± 0,04624	0,0358 ± 0,04683	0,0786 ± 0,02945
¹ Span (mm)	5,21 ± 3,358	5,09 ± 3,792	20,87 ± 15,722
R ² ajustado	0,610	0,609	0,860
Sy.x	0,489	0,459	0,373
² Aleatoriedad	0,788	0,175	0,788
³ Normalidad	0,571	0,237	0,267

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

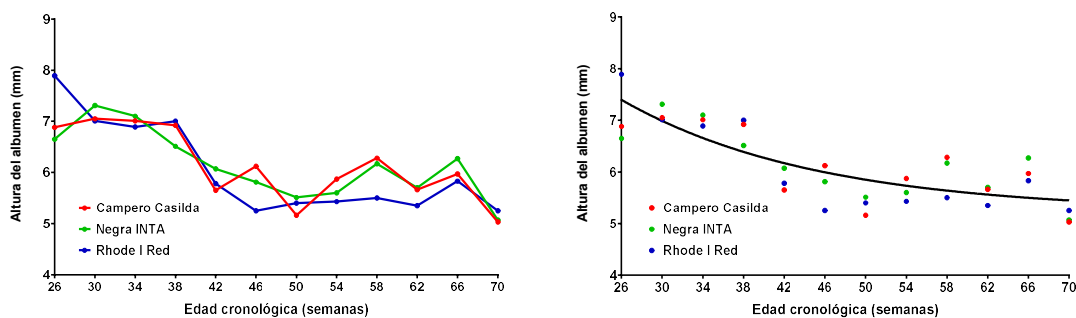


Figura 105 – Comportamiento dinámico de la altura del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. No se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F=0,806$; $p=0,574$).

b. Longitud del albumen

La Tabla 114 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico de la longitud del albumen se describe gráficamente en la Figura 106.

Tabla 114 – Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos longitud del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (mm)	98,7 ± 9,93	98,4 ± 2,88	95,8 ± 1,99
¹ k (sem ⁻¹)	0,0383 ± 0,04730	0,0681 ± 0,03961	0,0891 ± 0,05058
R ² ajustado	0,522	0,693	0,637
Sy.x	3,914	2,973	2,927
² Aleatoriedad	0,608	0,825	0,424
³ Normalidad	0,814	0,132	0,381

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

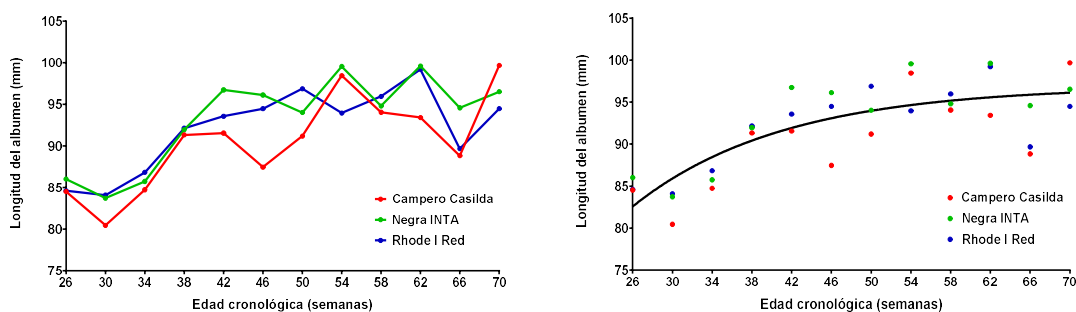


Figura 106 – Comportamiento dinámico de la longitud del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. No se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F=0,899$; $p=0,510$).

c. Anchura del albumen

La Tabla 115 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico de la anchura del albumen se describe gráficamente en la Figura 107.

Tabla 115 – Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos anchura del albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (mm)	78,7 ± 1,00	81,5 ± 4,71	80,8 ± 1,64
¹ k (sem ⁻¹)	0,1677 ± 0,08328	0,0505 ± 0,04902	0,1095 ± 0,05170
R ² ajustado	0,637	0,533	0,690
Sy.x	2,407	3,022	2,978
² Aleatoriedad	0,608	0,854	0,076
³ Normalidad	0,923	0,484	0,829

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

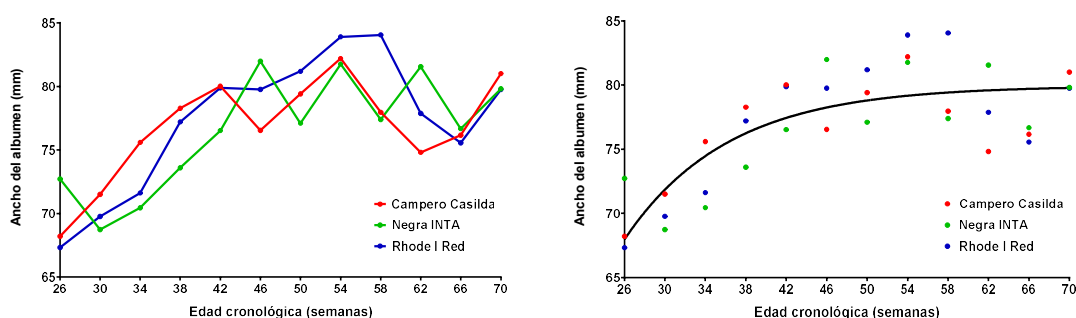


Figura 107 – Comportamiento dinámico de la anchura del albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. No se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F = 0,798$; $p = 0,580$).

d. Índice de albumen

La Tabla 116 resume la información derivada del ajuste de los datos con un modelo exponencial decreciente. El comportamiento dinámico de la altura del albumen se describe gráficamente en la Figura 108.

Tabla 116 – Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos índice de albumen versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ Yo (mm)	20,2 ± 13,09	18,5 ± 12,51	66,8 ± 44,46
¹ Plateau (mm)	5,98 ± 1,025	5,88 ± 1,199	6,03 ± 0,324
¹ k (sem ⁻¹)	0,0528 ± 0,03850	0,0497 ± 0,04216	0,0988 ± 0,02761
¹ Span (mm)	14,2 ± 12,21	12,6 ± 11,48	60,8 ± 44,23
R ² ajustado	0,668	0,614	0,878
Sy.x	0,709	0,749	0,534
² Aleatoriedad	0,652	0,788	0,109
³ Normalidad	0,325	0,204	0,096

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

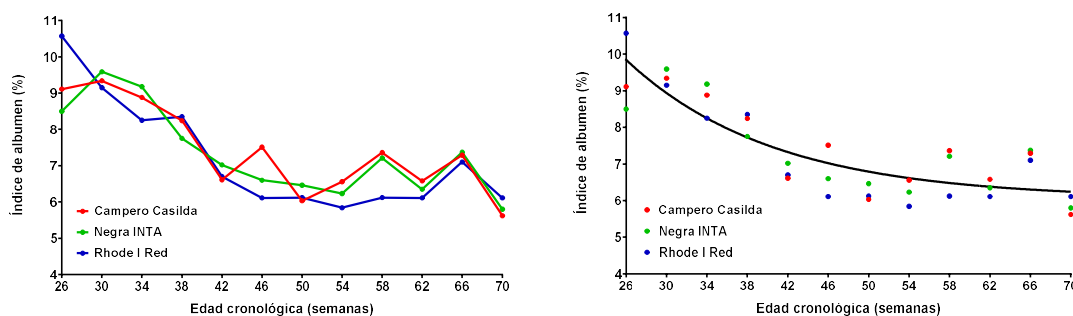


Figura 108 – Comportamiento dinámico del índice de albumen en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. No se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F=0,863$; $p=0,534$).

e. Unidades Haugh

La Tabla 117 resume la información derivada del ajuste de los datos con un modelo exponencial decreciente. El comportamiento dinámico de las Unidades Haugh se describe gráficamente en la Figura 109.

Tabla 117 – Estimadores de los parámetros de la función exponencial decreciente aplicada al ajuste de los datos Unidades Haugh versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ Yo	120,5 ± 25,67	118,8 ± 24,82	295,7 ± 120,67
¹ Plateau	88,2 ± 7,83	89,4 ± 6,27	91,4 ± 0,65
¹ k (sem ⁻¹)	0,0342 ± 0,03900	0,0364 ± 0,04040	0,1058 ± 0,02222
¹ Span	32,4 ± 18,83	29,4 ± 19,34	204,3 ± 120,22
R ² ajustado	0,621	0,606	0,925
Sy.x	2,501	2,255	1,149
² Aleatoriedad	0,788	0,175	0,608
³ Normalidad	0,514	0,162	0,123

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

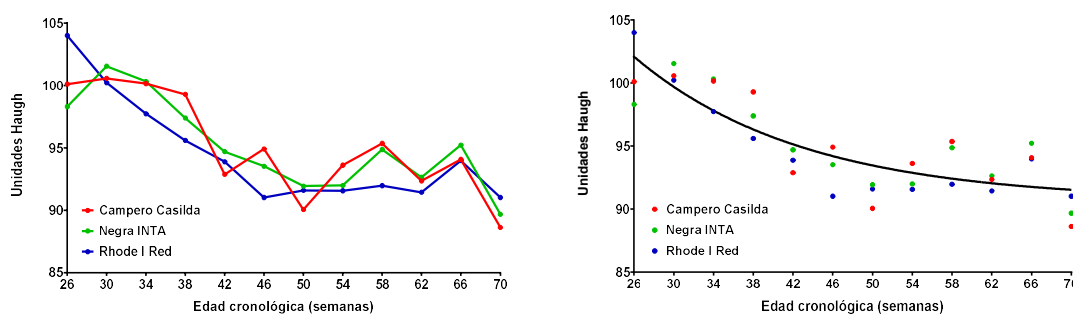


Figura 109 – Comportamiento dinámico de las Unidades Haugh en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste exponencial decreciente)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. No se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F=0,534$ $p=0,777$).

11.2.3 Cáscara

a. Peso del huevo

La Tabla 118 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico del peso del huevo se describe gráficamente en la Figura 110.

Tabla 118 – Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso promedio del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (g)	72,2 ± 1,59	69,1 ± 1,58	65,1 ± 1,01
¹ k (sem ⁻¹)	0,0588 ± 0,01302	0,0667 ± 0,02468	0,1001 ± 0,03621
R ² ajustado	0,953	0,858	0,806
Sy.x	1,308	1,585	1,691
² Aleatoriedad	0,652	0,424	0,076
³ Normalidad	0,407	0,130	0,502

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

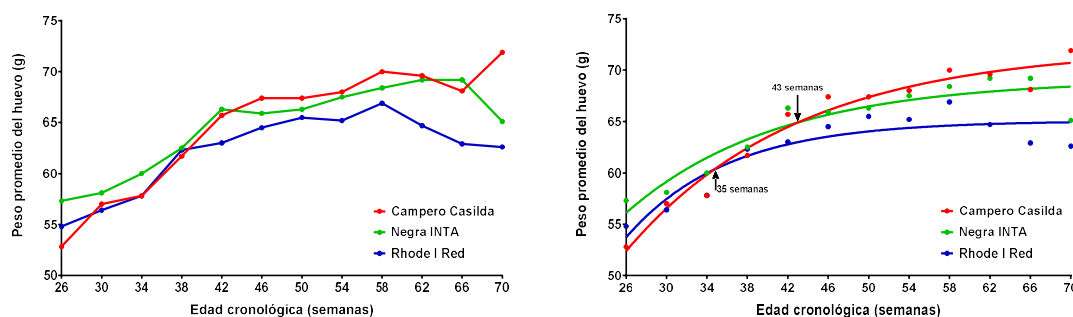


Figura 110 – Comportamiento dinámico del peso promedio del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F = 6,641$; $p = 0,0003$). Campero Casilda comenzó con el menor peso promedio del huevo, superó a RIR a las 35 semanas y a NI a las 43 semanas para, finalmente, alcanzar el mayor peso asintótico.

b. Superficie del huevo

La Tabla 119 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico de la superficie del huevo se describe gráficamente en la Figura 111.

Tabla 119 – Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos superficie del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (mm ²)	98,7 ± 1,59	95,5 ± 1,64	91,3 ± 1,06
¹ k (sem ⁻¹)	0,0602 ± 0,01275	0,0672 ± 0,02441	0,1013 ± 0,03590
R ² ajustado	0,955	0,861	0,812
Sy.x	1,359	1,659	1,786
² Aleatoriedad	0,652	0,424	0,076
³ Normalidad	0,416	0,154	0,470

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D’Agostino & Pearson

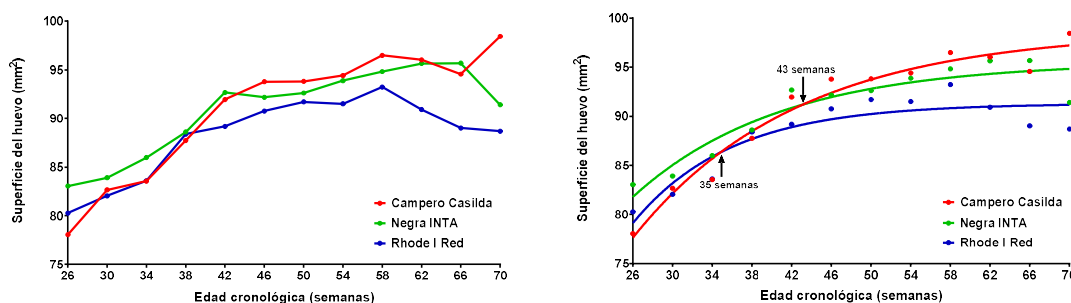


Figura 111 – Comportamiento dinámico del peso promedio del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F = 6,585$; $p = 0,0002$). Campero Casilda comenzó con la menor superficie del huevo, superó a RIR a las 35 semanas y a NI a las 43 semanas para, finalmente, alcanzar el mayor peso asintótico.

c. Peso relativo del huevo

La Tabla 120 resume la información derivada del ajuste de los datos con la función exponencial asintótica de Brody. El comportamiento dinámico del peso relativo del huevo se describe gráficamente en la Figura 112.

Tabla 120 - Estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Brody aplicada al ajuste de los datos peso relativo del huevo versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ A (g/mm ²)	0,730 ± 0,0039	0,722 ± 0,0043	0,712 ± 0,0028
¹ k (sem ⁻¹)	0,0636 ± 0,01303	0,0796 ± 0,03220	0,1010 ± 0,03528
R ² ajustado	0,963	0,838	0,850
Sy.x	0,0036	0,0055	0,0048
² Aleatoriedad	0,608	0,424	0,076
³ Normalidad	0,347	0,932	0,475

¹Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

²Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

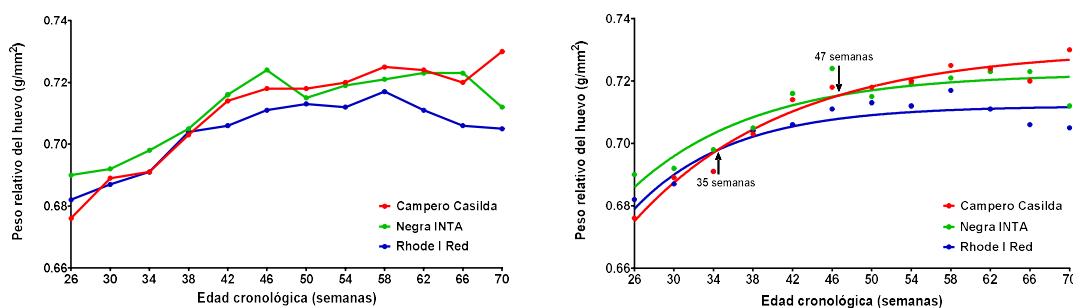


Figura 112 – Comportamiento dinámico del peso relativo del huevo en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste con la función de Brody)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Se rechazó la hipótesis de una función común para los tres grupos ($F= 5,549$; $p= 0,0007$). Campero Casilda comenzó con la menor superficie del huevo, superó a RIR a las 35 semanas y a NI a las 47 semanas para, finalmente, alcanzar el mayor peso relativo asintótico.

d. Espesor medio de la cáscara

La Tabla 121 resume la información derivada del ajuste lineal de los datos. El comportamiento dinámico del espesor medio de la cáscara se describe gráficamente en la Figura 113.

Tabla 121 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos espesor medio de la cáscara versus edad cronológica e indicadores de bondad de ajuste en tres genotipos de gallinas camperas

	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode Island Red
¹ b (mm/semana)	- 0,00004 ± 0,00030	0,00039 ± 0,00022	0,00014 ± 0,00034
¹ a (mm)	0,429 ± 0,015	0,405 ± 0,011	0,414 ± 0,017
R ²	0,002	0,243	0,017
Sy.x	0,014	0,010	0,016
Ho) $\beta = 0$	F= 0,016; p= 0,902	F= 3,203; p= 0,104	F= 0,174; p= 0,685
² Aleatoriedad	0,197	0,197	0,825
³ Normalidad	0,782	0,654	0,902

¹ Los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar

² Aleatoriedad de la distribución de los residuales- Test de rachas

³ Normalidad de la distribución de los residuales – Test ómnibus de D'Agostino & Pearson

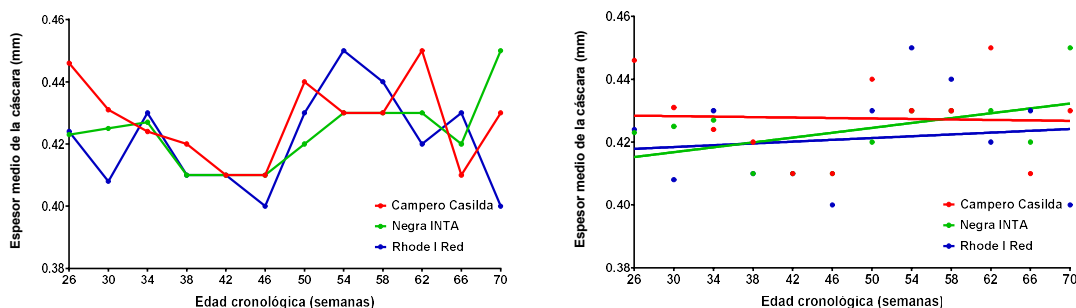


Figura 113 – Comportamiento dinámico del espesor medio de la cáscara en tres genotipos de gallinas camperas (A la izquierda: valores experimentales. A la derecha: ajuste lineal)

Los residuales presentaron distribución normal y comportamiento aleatorio. Todas las pendientes fueron no significativas por lo que no difirieron entre sí ($F = 0,539$; $p = 0,589$) lo que permitió calcular una pendiente común a los tres grupos ($bc = 0,00016$) y comparar las alturas de las rectas las que tampoco mostraron diferencias significativas ($F = 0,700$; $p = 0,504$; $ac = 0,416$).

12. Evolución de la clasificación comercial de los huevos

12.1. Caracterización de la población Campero Casilda

12.1.1. Categorización cuantitativa

La Tabla 122 resume los indicadores del área bajo la curva resultante de graficar la proporción de huevos en cada categoría cuantitativa en función de la edad cronológica de las aves Campero Casilda. Las curvas respectivas se muestran en la Figura 114.

Tabla 122 - Área total y relativa bajo la curva correspondiente a cada categoría de tamaño de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda e indicadores asociados. Criterio cuantitativo

Categoría cuantitativa	Área bajo la curva		Par ordenado del valor máximo de la curva		Edad mínima y máxima de la categoría
	Área absoluta	Área relativa	Abscisa (semanas)	Ordenada (%)	
Extra Pesado	1539,0	32,7 %	71	65	28 a 72
Pesado	1665,0	35,4 %	46	60	26 a 72
Mediano	1181,0	25,1 %	32	67	25 a 72
Liviano	274,5	5,8 %	26	49	25 a 38
Muy liviano	35,5	0,8 %	25	25	25 a 29
Extra Liviano	6,0	0,2 %	25	6	25 a 27
Total	4701	100 %			
• Extra Pesado (Grado 1S) > 68 gramos por unidad • Pesado (Grado 1) > 62 y hasta 68 gramos por unidad • Mediano (Grado 2) > 54 y hasta 62 gramos por unidad • Liviano (Grado 3) > 48 y hasta 54 gramos por unidad • Muy Liviano (Grado 4) > 42 y hasta 48 gramos por unidad • Extra Liviano (Grado 5) ≤ 42 gramos por unidad					

Al inicio del registro (25 semanas) se observaron huevos medianos o de menor tamaño. Los huevos Extra Livianos alcanzaron un valor máximo del 6 % a las 25 semanas y su frecuencia decreció hasta hacerse nula en la semana 27. Los Muy Livianos presentaron un máximo del 25% a las 25 semanas y decrecieron hasta la semana 29. Los Livianos presentaron un pico de 49 % a las 26 semanas y persistieron, si bien con frecuencia decreciente, hasta las 38 semanas de edad. Se recolectaron huevos Medianos a lo largo de todo el ciclo con un valor máximo de 32 % a las 67 semanas. El registro de huevos Pesados se inició a las 26 semanas y el de huevos Extra Pesados a las 28 semanas. Los primeros presentaron la mayor área relativa y mostraron una tendencia creciente hasta alcanzar un máximo del 60% a las 46 semanas, momento a partir del cual su frecuencia comenzó a decrecer. Los Extra Pesados, con un área

relativa ligeramente menor, mostraron un comportamiento creciente durante todo el ciclo con un pico del 65% a las 71 semanas.

12.1.2. Categorización cualitativa

El comportamiento de las diferentes categorías de tamaño del huevo determinadas en base al uso de un clasificador comercial se presenta en la Tabla 123 y se describe gráficamente en la Figura 115.

Tabla 123 - Área total y relativa bajo la curva correspondiente a cada categoría de tamaño de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda e indicadores asociados. Criterio cualitativo

Categoría cualitativa	Área bajo la curva		Par ordenado del valor máximo de la curva		Edad mínima y máxima de la categoría
	Área absoluta	Área relativa	Abscisa (semanas)	Ordenada (%)	
Extra Grande	3281,0	69,8 %	61	97	25 a 72
Grande	1148,0	24,4 %	31	58	25 a 72
Mediano	243,0	5,2 %	26	51	25 a 39
Chico	29,0	0,6 %	25	24	25 a 30
Total	4701	100 %			
• Categoría 1	Extra Grande				
• Categoría 2	Grande				
• Categoría 3	Mediano				
• Categoría 4	Chico				

No se observaron huevos Extra Chicos. Las cuatro categorías restantes estuvieron presentes desde el inicio del registro a las 25 semanas de edad. Los huevos Chicos presentaron un valor máximo de 24 % a las 25 semanas y persistieron hasta la semana 30 mientras que los Medianos presentaron un máximo del 51 % a las 26 semanas y se recolectaron hasta las 39 semanas, en ambos casos con tendencias decrecientes. Los huevos de tamaño Grande y Extra Grande se presentaron a lo largo de todo el ciclo. Los primeros alcanzaron un máximo del 58 % a las 31 semanas y a partir de ese momento su frecuencia comenzó a decrecer. El mayor área relativa correspondió a los huevos Extra Grandes que si bien mostraron un comportamiento creciente con un máximo del 97 % a las 61 semanas, presentaron una tendencia a estabilizarse ya a partir de las 46 semanas de edad de las aves.

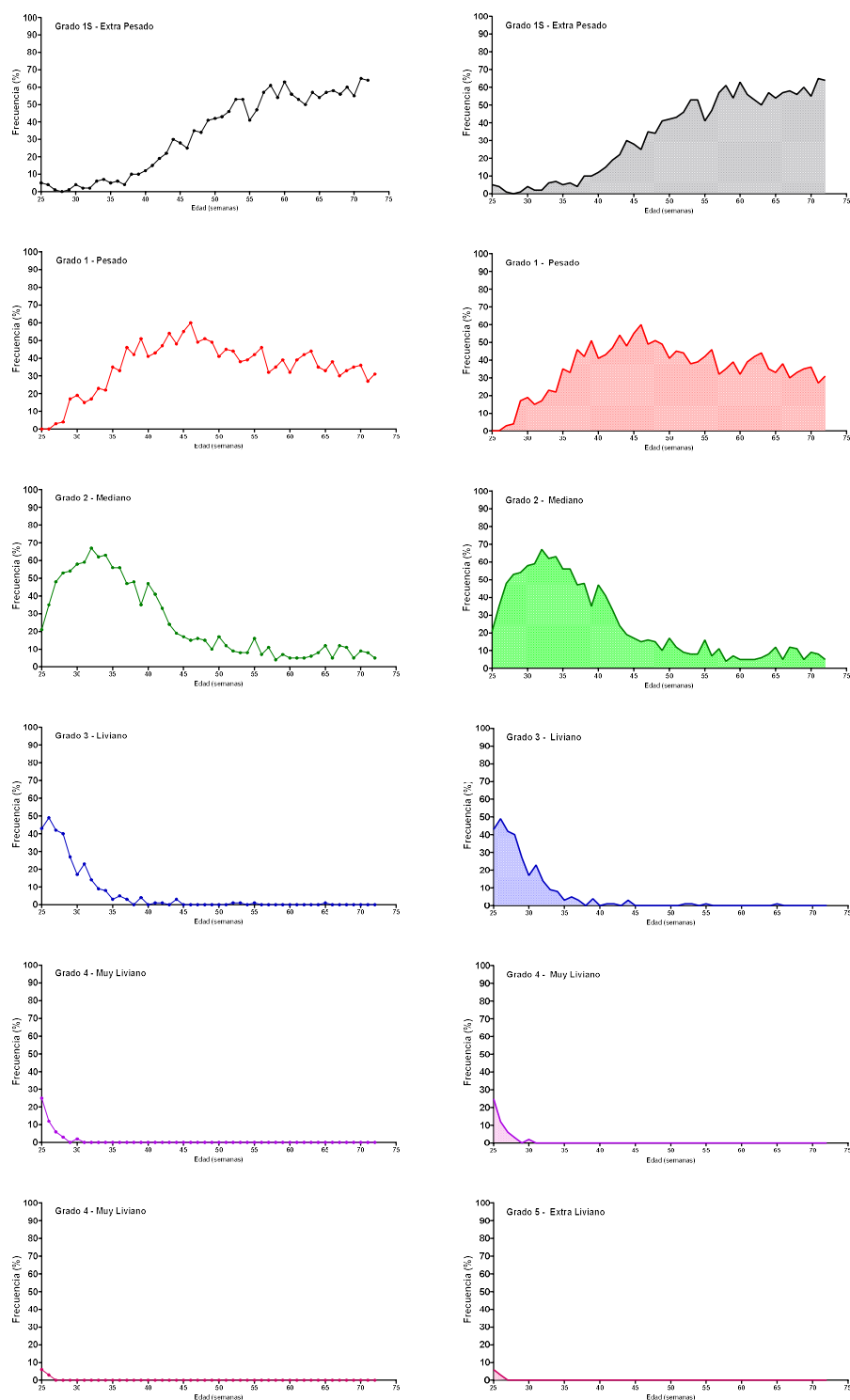


Figura 114 – Patrón de modificación de la clasificación comercial de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda en función de la edad cronológica. Criterio cuantitativo

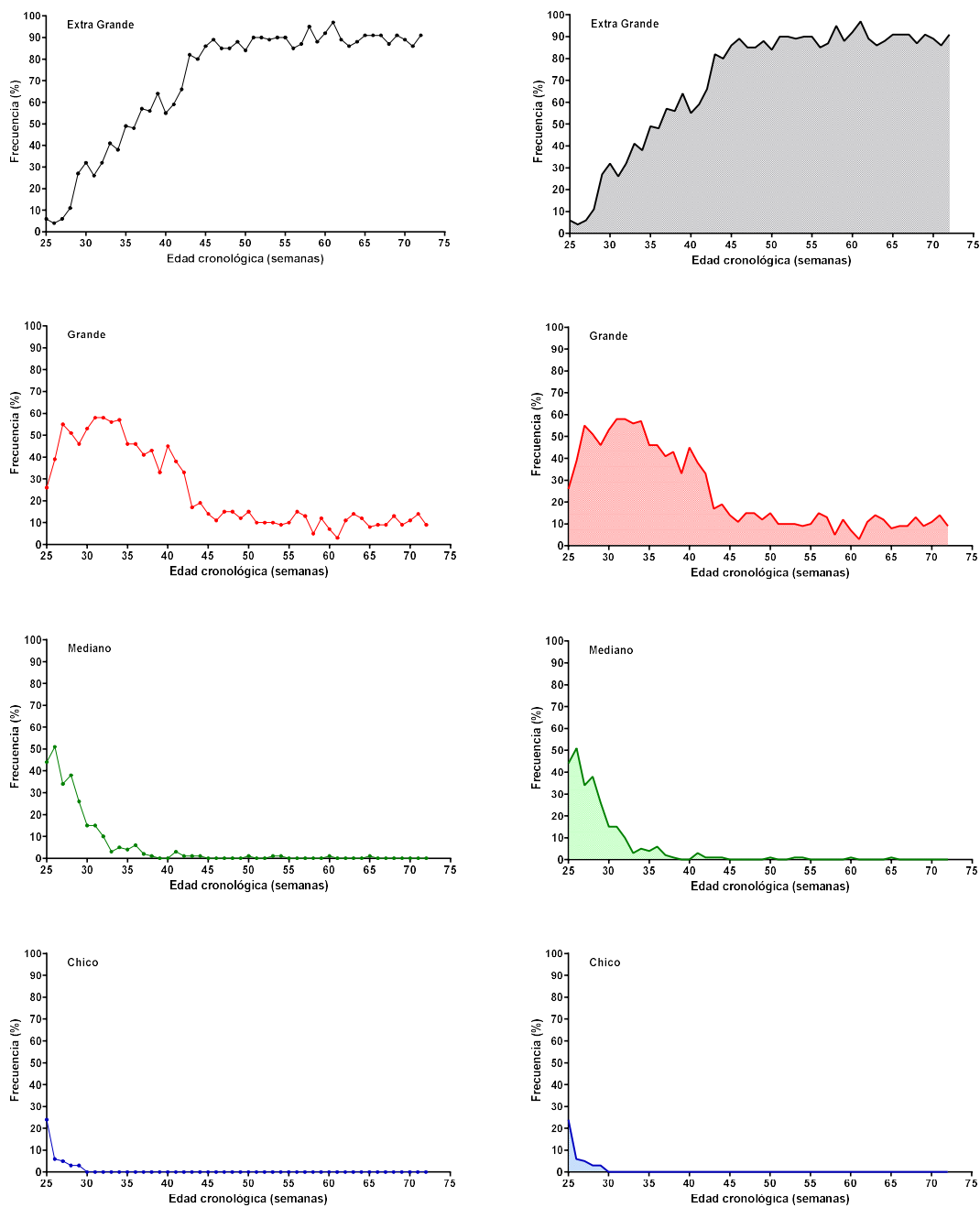


Figura 115 – Patrón de modificación de la clasificación comercial de los huevos puestos por gallinas Campero Casilda en función de la edad cronológica. Criterio cualitativo

12.2. Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

12.2.1. A igual edad cronológica

12.2.1.1. Categorización cuantitativa

La Tabla 124 resume la información correspondiente a la distribución de los huevos puestos por gallinas de los tres genotipos en cuatro edades cronológicas del ciclo de postura utilizando un criterio clasificatorio cuantitativo. Dicho comportamiento se presenta en la Figura 116.

Tabla 124 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades del ciclo. Criterio cuantitativo

Edad	Categoría	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red	X ²	p
32	Pesado	19	26	3	28,34	0,0001
	Mediano	67	71	75		
	Liviano	14	5	22		
40	Extra Pesado	12	19	11	9,430	0,0512
	Pesado	41	40	28		
	Mediano	47	41	60		
48	Extra Pesado	34	36	21	18,81	0,0009
	Pesado	51	41	39		
	Mediano	15	23	40		
60	Extra Pesado	63	43	20	48,45	0,0001
	Pesado	32	46	50		
	Mediano	5	11	30		

Solo se observaron huevos Livianos en la primera edad de registro. En las tres edades restantes, los tres genotipos presentaron, si bien en proporciones variables, huevos Extra Pesados, Pesados y Medianos. La distribución de los huevos en las diferentes categorías de peso no fue homogénea entre genotipos. En todas las edades los huevos puestos por las gallinas Rhode Island Red presentaron mayor frecuencia en las categorías de menor peso. Campero Casilda y Negra INTA pusieron en todas las edades huevos más pesados que Rhode Island Red. En comparación con Campero Casilda, Negra INTA presentó mayor proporción de huevos Extra Pesados y menor proporción de huevos Pesados a las 40 y 48 semanas. Dicha relación se invirtió a las 60 semanas de edad. En los tres grupos se observó una disminución del aporte de huevos Medianos con el avance en el ciclo de postura, comportamiento que fue menos evidente en el caso de Rhode Island Red con un 30 % de huevos en dicha categoría a las 60 semanas de edad.

12.2.1.2. Categorización cualitativa

La Tabla 125 presenta la información correspondiente a la distribución de los huevos puestos por gallinas de los tres genotipos en cuatro edades cronológicas del ciclo de postura utilizando un criterio clasificatorio cualitativo. Dicho comportamiento se muestra gráficamente en la Figura 117.

Tabla 125 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades del ciclo. Criterio cualitativo						
Edad	Categoría	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red	X ²	p
32	Extra Grande	32	28	18	8,578	0,0725
	Grande	58	67	66		
	Mediano	10	7	16		
40	Extra Grande	55	66	51	4,933	0,0849
	Grande	45	34	49		
48	Extra Grande	85	78	62	14,83	0,0006
	Grande	15	22	38		
60	Extra Grande	92	86	74	12,5	0,0019
	Grande	8	14	26		

El efecto del grupo genético sobre la homogeneidad de la distribución de los huevos en categorías utilizando un criterio cualitativo fue marginalmente significativo en las dos primeras edades y significativo en las dos últimas. Sólo se observaron huevos Medianos a las 32 semanas. En las tres edades restantes los huevos se repartieron entre las categorías Extra Grandes y Grandes, con un comportamiento creciente de la primera de ellas y un comportamiento decreciente de la segunda con la edad cronológica. A excepción de la determinación efectuada a las 40 semanas de edad, Campero Casilda presentó mayor proporción de huevos Extra Grandes que los dos grupos restantes, correspondiendo a Negra INTA valores intermedios y a Rhode Island Red la menor proporción. La proporción de huevos en categoría Grande presentó un comportamiento inverso, en particular en las dos últimas semanas de registro, con mayor valor en Rhode Island Red, valores intermedios en Negra INTA y menores valores en Campero Casilda.

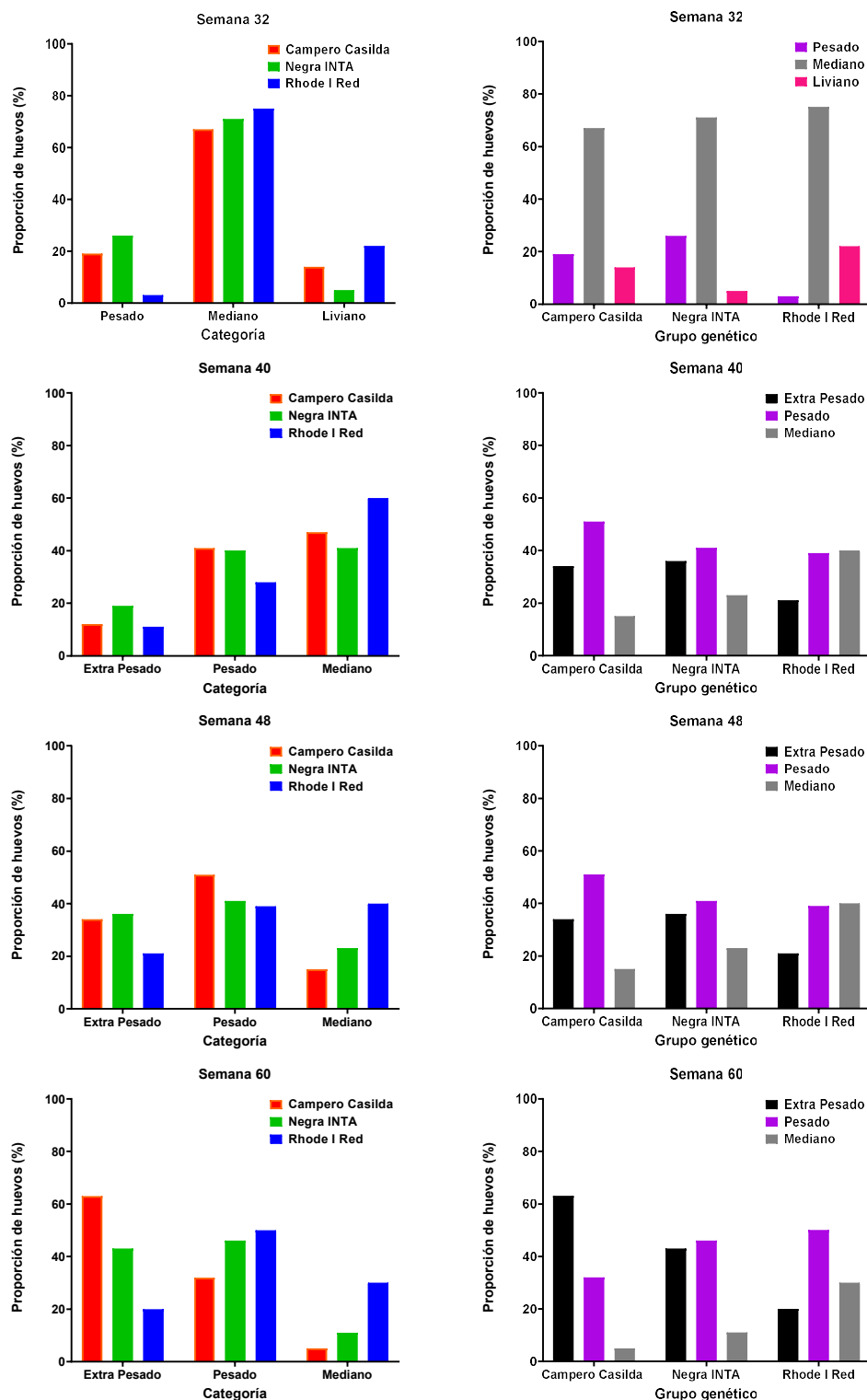


Figura 116 – Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad cronológica en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cuantitativo

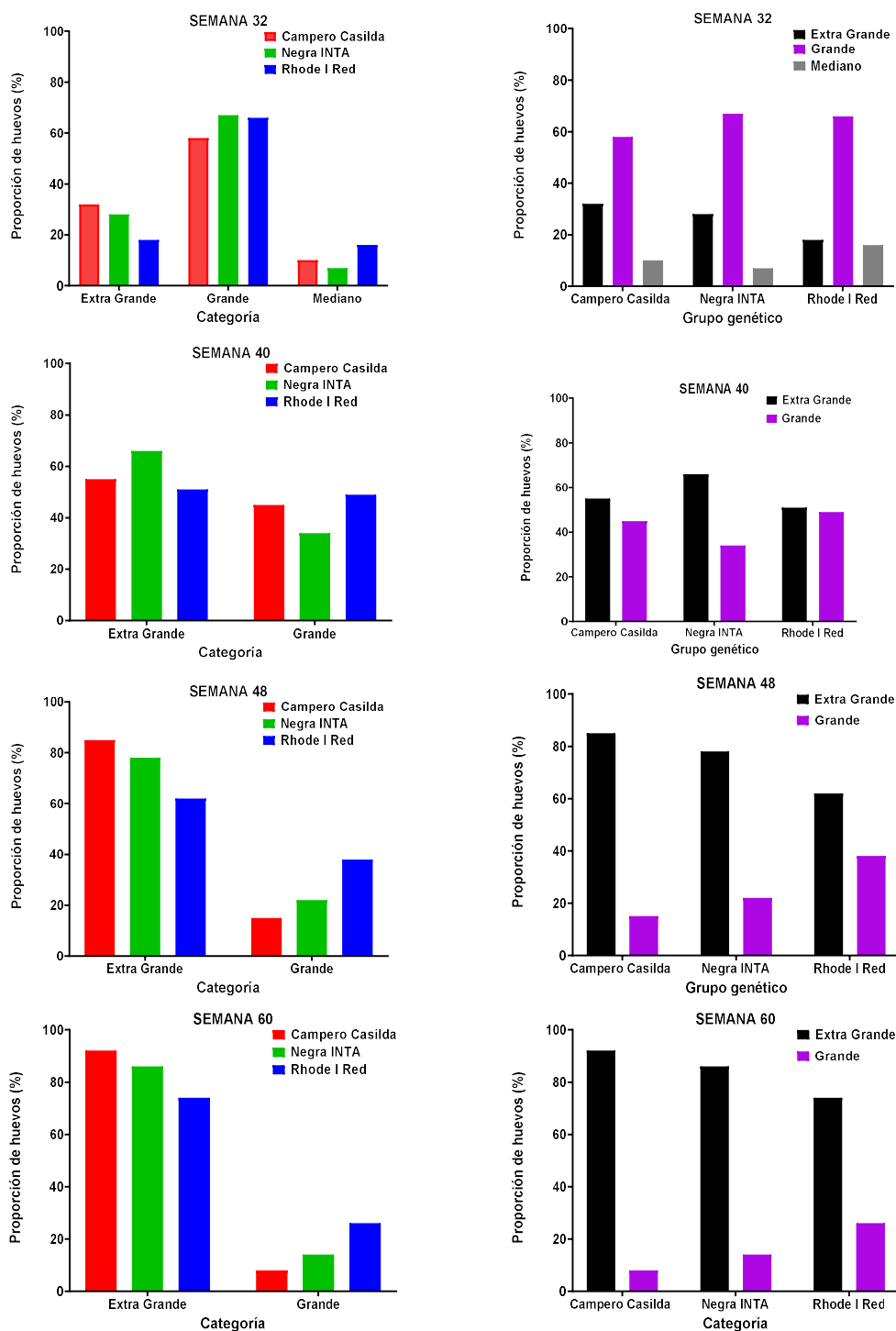


Figura 117 – Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad cronológica en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cualitativo

12.2.2. A igual edad de postura

12.2.2.1. Categorización cuantitativa

La Tabla 126 resume la información correspondiente a la distribución de los huevos puestos por gallinas de los tres genotipos en cuatro edades comunes de postura utilizando un criterio clasificatorio cuantitativo. Dicho comportamiento se presenta en la Figura 118.

Tabla 126 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades de postura. Criterio cuantitativo						
Edad	Categoría	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red	X ²	p
20	Extra Pesado	22	20	9	21,0	0,0003
	Pesado	24	44	37		
	Mediano	24	36	54		
28	Extra Pesado	43	36	21	24,0	0,0001
	Pesado	45	41	39		
	Mediano	12	23	40		
36	Extra Pesado	54	43	26	23,9	0,0001
	Pesado	39	44	47		
	Mediano	7	13	27		
44	Extra Pesado	58	43	20	36,4	0,0001
	Pesado	30	46	50		
	Mediano	12	11	30		

Se constató un efecto significativo (ausencia de homogeneidad) del grupo genético en las cuatro edades de postura. En todos los momentos del ciclo se recolectaron huevos Extra Pesados, Pesados y Medianos. Los huevos de menor tamaño (Medianos) predominaron siempre en Rhode Island Red en todas las edades relevadas, si bien con una proporción decreciente con el avance del ciclo de producción. Campero Casilda mostró siempre la mayor proporción de huevos en categoría Extra Pesados y, a excepción del registro efectuado a las 28 semanas de postura, Negra INTA presentó la mayor proporción de huevos Pesados.

12.2.2.2. Categorización cualitativa

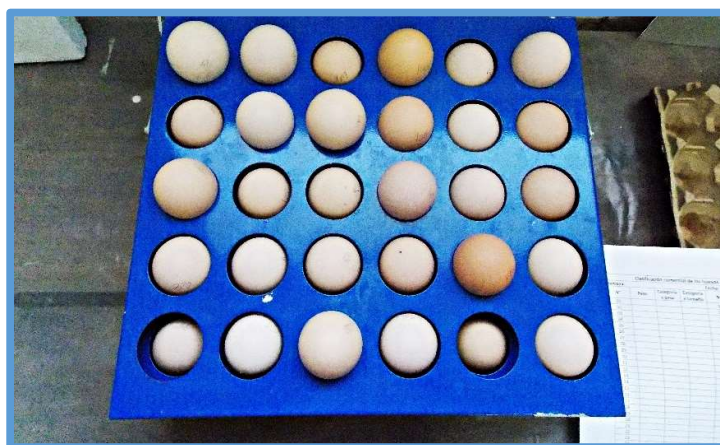
La Tabla 127 resume la información correspondiente a la distribución de los huevos puestos por gallinas de los tres genotipos en cuatro edades comunes de postura utilizando un

criterio clasificatorio cualitativo. Dicho comportamiento se describe gráficamente en la Figura 119.

Tabla 127 - Proporción de huevos en cada categoría de tamaño en tres genotipos de gallinas camperas en cuatro edades de postura. Criterio cualitativo

Edad	Categoría	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I. Red	X ²	p
20	Extra Grande	82	68	62	11,1	0,004
	Grande	18	32	38		
28	Extra Grande	90	78	62	22,1	0,0001
	Grande	10	22	38		
36	Extra Grande	88	87	74	8,65	0,013
	Grande	12	13	26		
44	Extra Grande	91	86	75	9,97	0,007
	Grande	9	14	25		

Con la utilización del clasificador comercial solo se observó presencia de huevos en las categorías Extra Grande y Grande. En las cuatro edades de postura evaluadas la distribución de los huevos de ambas categorías cualitativas de tamaño no fue homogénea entre genotipos. La proporción de huevos Extra Grande mostró un comportamiento creciente con la edad de postura en detrimento del aporte de huevos de tamaño Grande. En todas las edades Campero Casilda presentó la mayor proporción de huevos en la mayor categoría de tamaño, seguido por Negra INTA con valores intermedios y por Rhode Island Red con la menor frecuencia, correspondiendo el ordenamiento inverso de dichos genotipos en el caso de los huevos de categoría Grande.



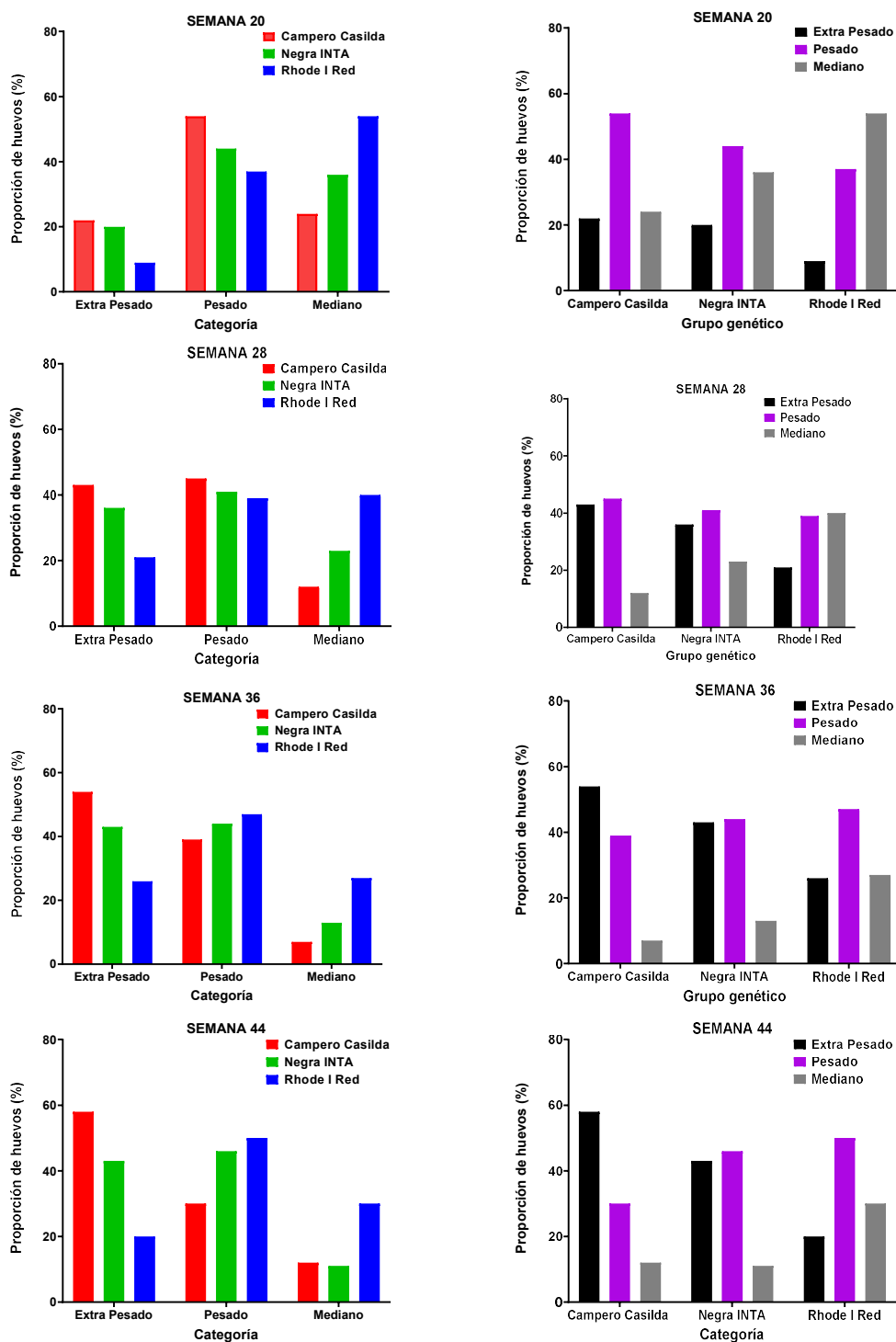


Figura 118 – Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cuantitativo

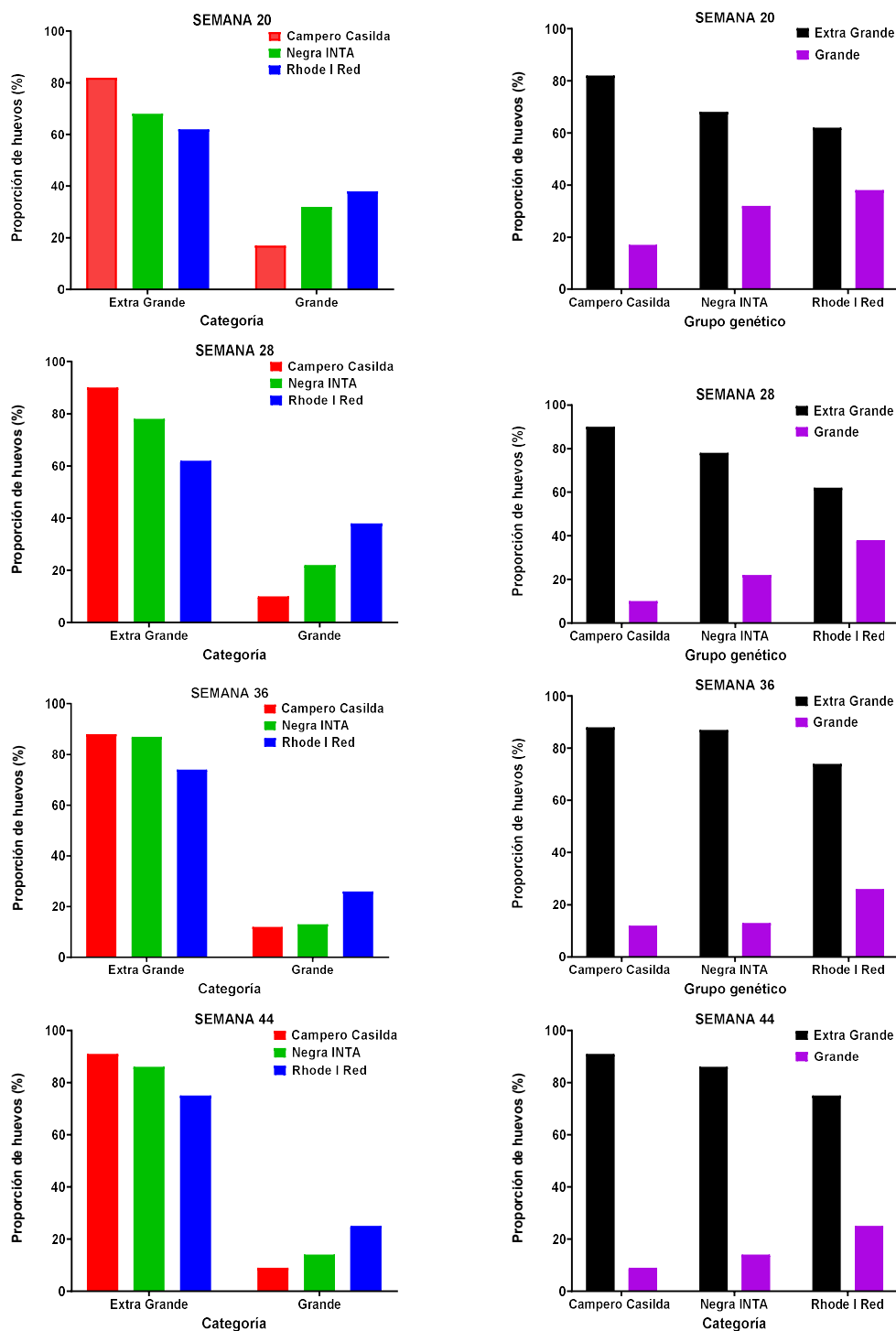


Figura 119 – Distribución de los huevos puestos por tres genotipos de gallinas camperas comparadas a igual edad de postura en cuatro momentos del ciclo y clasificados con un criterio cualitativo

13. Relación de conversión en huevos

13.1. Análisis transversal

13.1.1. Periodo total

La Tabla 128 resume el valor de relación de conversión en huevos en cada uno de los 11 períodos, la masa promedio de huevos producida en los mismos y las variables que determinan a esta última: el número promedio de huevos y el peso promedio de dichos huevos en los dos grupos de gallinas Campero Casilda resultante de categorizarlas por su alto o bajo peso corporal a las 25 semanas de edad. La Figura 120 representa gráficamente el comportamiento de las cuatro variables.

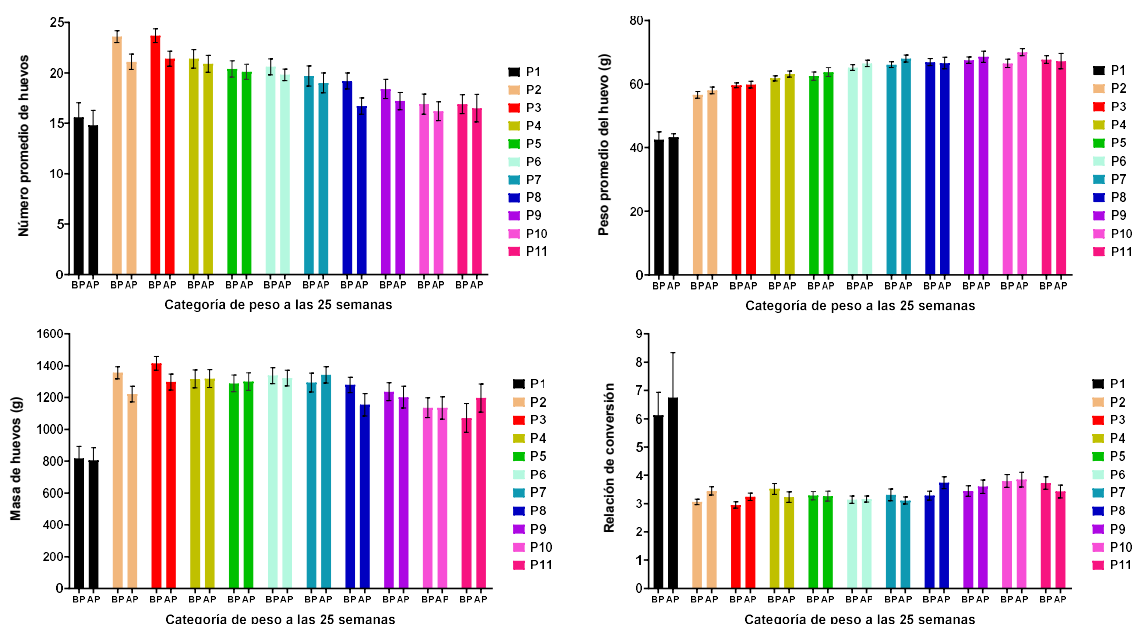


Figura 120 – Representación transversal del número promedio de huevos y el peso promedio de los huevos como componentes de la masa promedio de huevos puestos por gallinas Campero Casilda de bajo peso (BP) y alto peso (AP) corporal a las 25 semanas de edad en 11 períodos consecutivos de su ciclo de postura

No se observó interacción significativa ($p > 0,05$) entre la categoría de peso a las 25 semanas y el período de registro.

Tabla 128 - Relación de conversión en huevos y variables que determinan su valor en gallinas Campero Casilda evaluadas en 11 períodos consecutivos de su ciclo de postura y discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

		Periodo de registro										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Variable	Peso inicial	Semanas 25 -28	Semanas 29 -32	Semanas 33 -36	Semanas 37 - 40	Semanas 41 - 44	Semanas 45 - 48	Semanas 49 - 52	Semanas 53 - 56	Semanas 57 - 60	Semanas 61 - 64	Semanas 65 - 68
NPH	Bajo	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44	15,6 ± 1,44
	Alto	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47	14,8 ± 1,47
PPH	Bajo	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46	42,5 ± 2,46
	Alto	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39	43,3 ± 3,39
MPH	Bajo	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3	818 ± 74,3
	Alto	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2	805 ± 80,2
RC	Bajo	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804	6,13 ± 0,804
	Alto	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585	6,75 ± 1,585

NPH: Número promedio de huevos

PPH: Peso promedio del huevo (g)

MPH: Masa promedio de huevos (g)

RC: Relación promedio de conversión

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: N = 20 aves por categoría de peso y período de registro

Se observó un efecto significativo del período de registro ($F= 13,5$; $p< 0,0001$) al igual que de la categoría de peso inicial ($F= 8,3$; $p= 0,004$) sobre el número promedio de huevos carácter que mostró un aumento entre el período 1 y el período 2, momento a partir del cual comenzó a decrecer en forma sostenida con valores consistentemente mayores en las aves de la categoría de bajo peso corporal inicial.

En el caso del peso promedio del huevo el efecto del período de registro fue significativo ($F= 61,7$; $p< 0,0001$) con un aumento del valor de la variable hasta el período 7 y una tendencia a la estabilización a partir del mismo hasta la finalización del ciclo. El efecto del peso inicial de las aves fue marginalmente significativo ($F= 3,62$; $p= 0,06$) con huevos algo más pesados por parte de las aves de la categoría de alto peso inicial.

La masa de huevos mostró un efecto significativo ($F= 12,7$; $p< 0,0001$) del período de registro, con los menores valores al inicio del ciclo (período 1) un aumento posterior, con comportamiento estable entre los períodos 2 y 7 y un declive final coincidente con la caída en el número promedio de huevos puestos que no pudo ser compensado por el peso de los mismos que mostró comportamiento estable en la etapa final del ciclo. El peso corporal inicial no afectó significativamente ($F= 0,75$; $p= 0,386$) la masa de huevos poniendo en evidencia, en este caso, la compensación entre el número algo mayor de huevos puestos por las aves de bajo peso inicial y el peso promedio algo mayor de los huevos puestos por las gallinas de alto peso inicial.

Dado que el consumo de alimento fue el mismo en las gallinas de ambas categorías de peso inicial, la relación de conversión mostró significados coincidentes con lo observado para la masa promedio de huevos. Se observó un efecto significativo ($F= 10,4$; $p< 0,0001$) del periodo de registro atribuible a la baja eficiencia (elevada relación de conversión) de las aves de ambos grupos en el primer período, consistente con la menor masa promedio de huevos producida, un comportamiento estable entre los períodos 2 y 7 y un aumento posterior de la relación de conversión en coincidencia con la disminución de la masa promedio de huevos. La categoría de peso inicial, por su parte, no afectó ($F= 0,37$; $p= 0,546$) la relación de conversión del alimento en masa de huevos respuesta acorde con la ausencia de significado estadístico del efecto de la categoría inicial sobre la masa de huevos.

13.1.2. Etapa 1: fase ascendente y pico de la curva de postura (Períodos 1 a 3)

En esta etapa del ciclo productivo no se observó interacción entre los factores principales ($F= 0,03$; $p= 0,974$) sobre el peso promedio de los huevos, carácter que mostró efecto del período de registro ($F= 34,0$; $p< 0,0001$) pero no del peso inicial de las aves ($F= 0,27$; $p= 0,606$). El número promedio de huevos tampoco mostró efecto de la interacción ($F= 0,42$; $p= 0,659$) pero en el caso de esta variable los efectos de ambos factores principales resultaron significativos (Período de registro: $F= 34,0$; $p< 0,0001$; Categoría de peso inicial: $F= 5,07$; $p= 0,026$). La masa de huevos resultante de combinar el número de huevos por su peso promedio mostró ausencia de efecto de la interacción ($F= 0,64$; $p= 0,529$), un efecto significativo del período de registro ($F= 52,3$; $p< 0,0001$) y un efecto marginalmente significativo de la categoría de peso inicial ($F= 3,47$; $p= 0,065$). En el caso de la relación de conversión tanto el efecto de la interacción como el efecto de la categoría de peso inicial fueron no significativos (Interacción: $F= 0,03$; $p= 0,974$; Peso inicial: $F= 0,52$; $p= 0,472$) mientras que el efecto del período de registro afectó significativamente el valor promedio del carácter ($F= 13,2$; $p< 0,0001$). Las respuestas mencionadas se presentan esquemáticamente en la Figura 121.

13.1.3. Etapa 2: inicio de la fase de persistencia (Períodos 4 a 7)

Al comienzo del período 4, correspondiente a las 37 semanas de edad, persistía la diferencia de peso corporal entre las aves discriminadas por dicho carácter a las 25 semanas (Bajo peso: 2796 ± 39 g; Alto peso: 3235 ± 48 g; $t= 7,033$; $p< 0,0001$).

En la etapa inicial de la fase de persistencia de la postura todas las interacciones (Figura 122) fueron no significativas ($p> 0,05$). Una respuesta similar se observó para el efecto de la categoría de peso inicial con la particularidad que en el caso del peso promedio del huevo el mismo fue marginalmente significativo ($F= 3,62$; $p= 0,059$). El efecto del período de registro solo fue significativo ($F= 8,21$; $p< 0,0001$) en el caso del peso promedio de los huevos.

13.1.4. Etapa 3: final de la fase de persistencia (Períodos 8 a 11)

Al comienzo del período 8, correspondiente a las 53 semanas de edad, persistía la diferencia de peso corporal entre las aves discriminadas por dicho carácter a las 25 semanas (Bajo peso: 3067 ± 58 g; Alto peso: 3548 ± 64 g; $t= 5,548$; $p< 0,0001$).

En la segunda etapa de la fase de persistencia, coincidente con la finalización del ciclo productivo, no se observaron efectos significativos ($p> 0,05$) de la interacción ni de los factores

principales sobre ninguna de las cuatro variables analizadas (Figura 123). Si bien se constató una tendencia contraria en el caso del efecto de la categoría de peso corporal inicial sobre el número promedio de huevos con mayores valores en el caso de las aves de menor peso a las 25 semanas de edad, la misma no alcanzó significado estadístico ($F= 3,07$; $p= 0,082$).

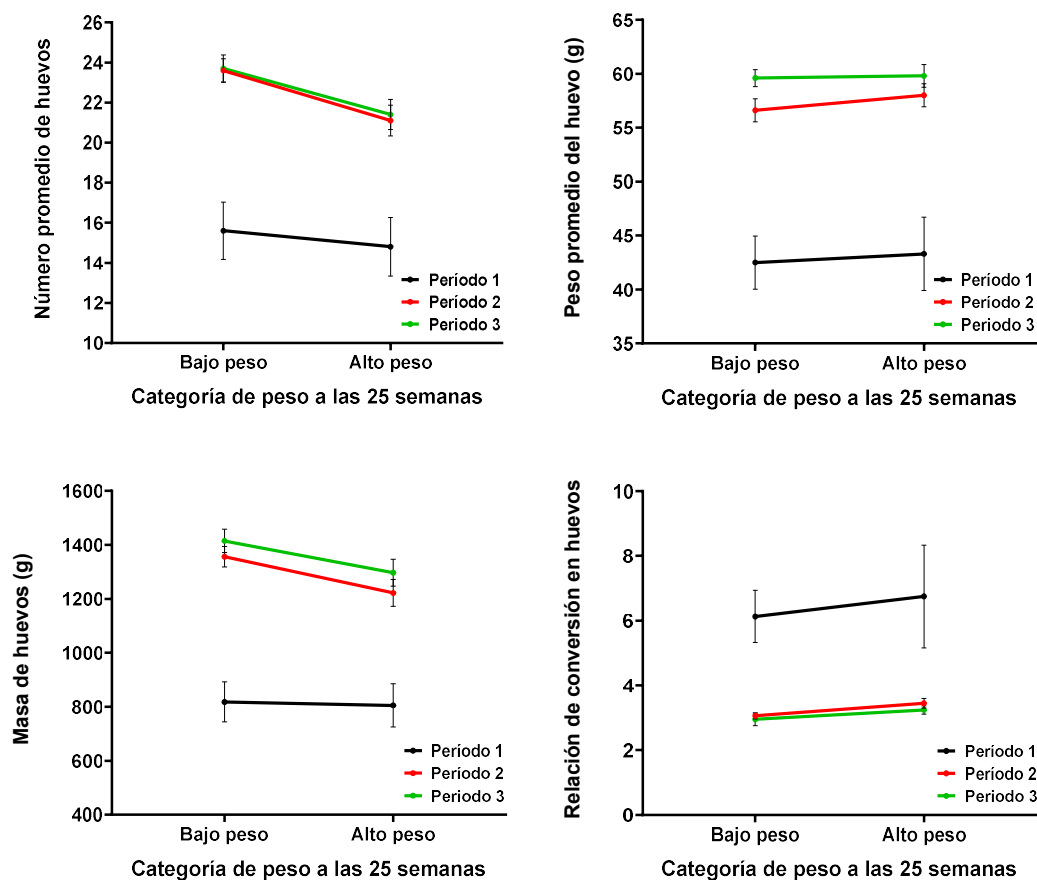


Figura 121 – Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa ascendente de la curva de postura

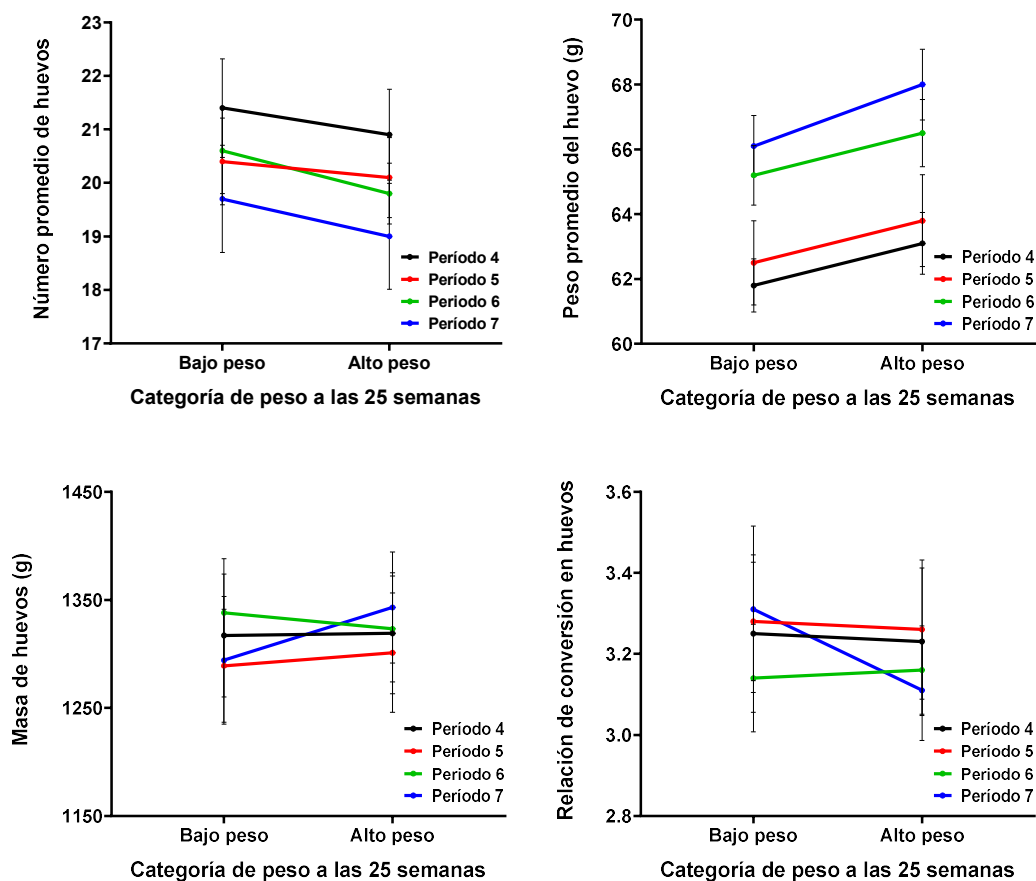


Figura 122 – Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa inicial de la fase de persistencia de la postura

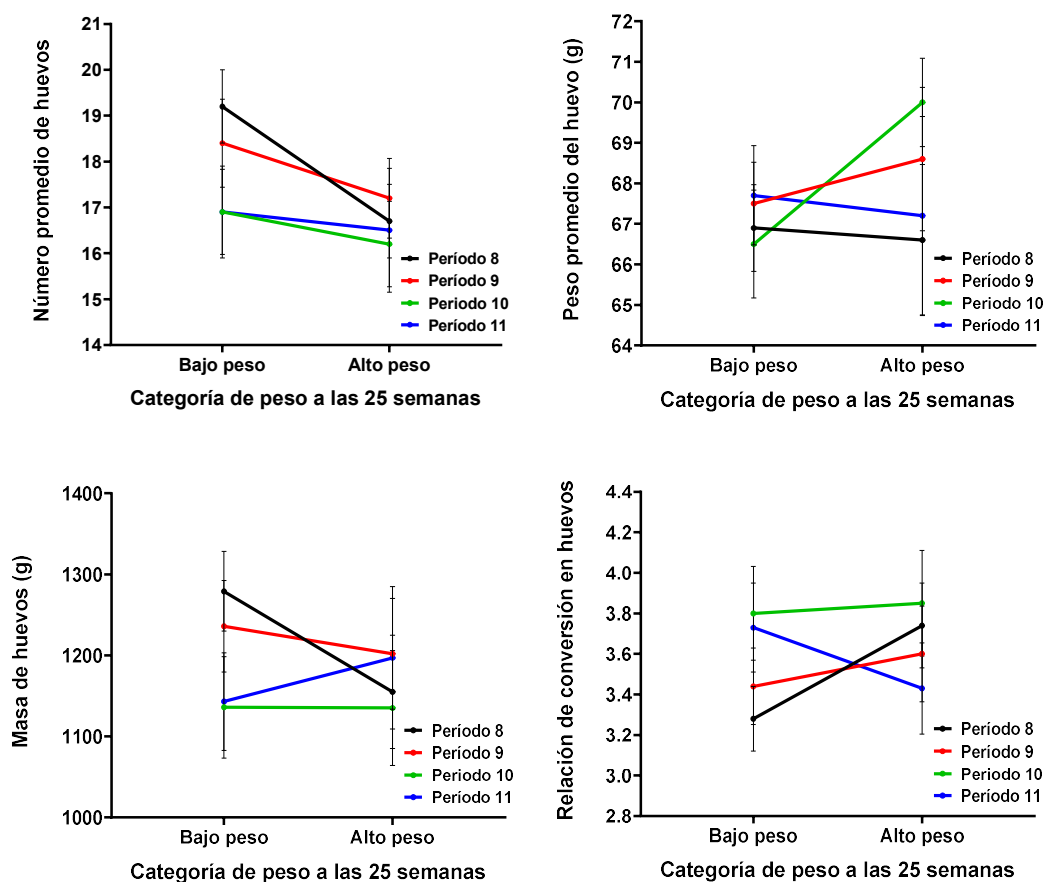


Figura 123 – Efectos de la categoría de peso a las 25 semanas de edad y del periodo de registro sobre la relación de conversión de alimento, la masa de huevos producida y los componentes de esta última -número promedio de huevos y peso promedio del huevo- de gallinas Campero Casilda en la etapa final de la fase de persistencia de la postura

13.2. Análisis longitudinal

13.2.1. Masa de huevos

La representación gráfica de los valores de la masa de huevos producida en función de las semanas de postura presentó una etapa inicial de aumento lineal creciente hasta un valor máximo en la semana 7 momento a partir del cual el comportamiento pasó a ser lineal decreciente (Figura 124 – porción superior). La trayectoria total se dividió en dos etapas y, en cada una de ellas los valores experimentales se ajustaron con una función lineal (Figura 124 – porción media e inferior). Las Tablas N° 129 y 130 presentan los estimadores de los parámetros de la ecuación de la recta correspondientes a las dos categorías de aves (bajo y alto peso inicial) en cada una de las etapas.

Tabla 129 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos masa de huevos versus edad de postura en la fase ascendente de la curva de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

	Bajo peso corporal	Alto peso corporal
Pendiente ($b \pm Sb$)	$34,6 \pm 6,21$	$30,5 \pm 3,95$
Altura ($a \pm Sa$)	$158,7 \pm 26,0$	$174,2 \pm 16,5$
Coeficiente de determinación (R^2)	0,838	0,908
Significado de la pendiente $H_0: \beta = 0$	$F= 31,1$ $p= 0,0014$	$F= 59,5$ $p= 0,002$
Linealidad (test de rachas)	$p= 0,143$	$p= 0,114$

Tabla 130 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos masa de huevos versus edad de postura en la fase de persistencia de la curva de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

	Bajo peso corporal	Alto peso corporal
Pendiente ($b \pm Sb$)	$-2,245 \pm 0,213$	$-2,467 \pm 0,257$
Altura ($a \pm Sa$)	$371 \pm 6,1$	$376 \pm 7,4$
Coeficiente de determinación (R^2)	0,746	0,708
Significado de la pendiente $H_0: \beta = 0$	$F= 112$ $p< 0,0001$	$F= 92,1$ $p< 0,0001$
Linealidad (test de rachas)	$p= 0,130$	$p= 0,320$

En ambos períodos se conservó la hipótesis de linealidad (test de rachas no significativo) y las pendientes de las rectas fueron significativamente diferentes de cero. No se observaron diferencias entre categorías de peso inicial en el valor de las pendientes lo que permitió estimar una pendiente común (fase ascendente: $F= 0,312$; $p= 0,587$; $bc= 32,6$; fase de persistencia: $F= 0,444$; $p= 0,507$; $bc= -2,356$) y comparar las alturas (ordenadas al origen) de las rectas las que

tampoco presentaron diferencias significativas (fase ascendente: $F=0,005$; $p=0,947$; $ac=166,5$; fase de persistencia: $F=0,141$; $p=0,708$; $ac=373,3$).

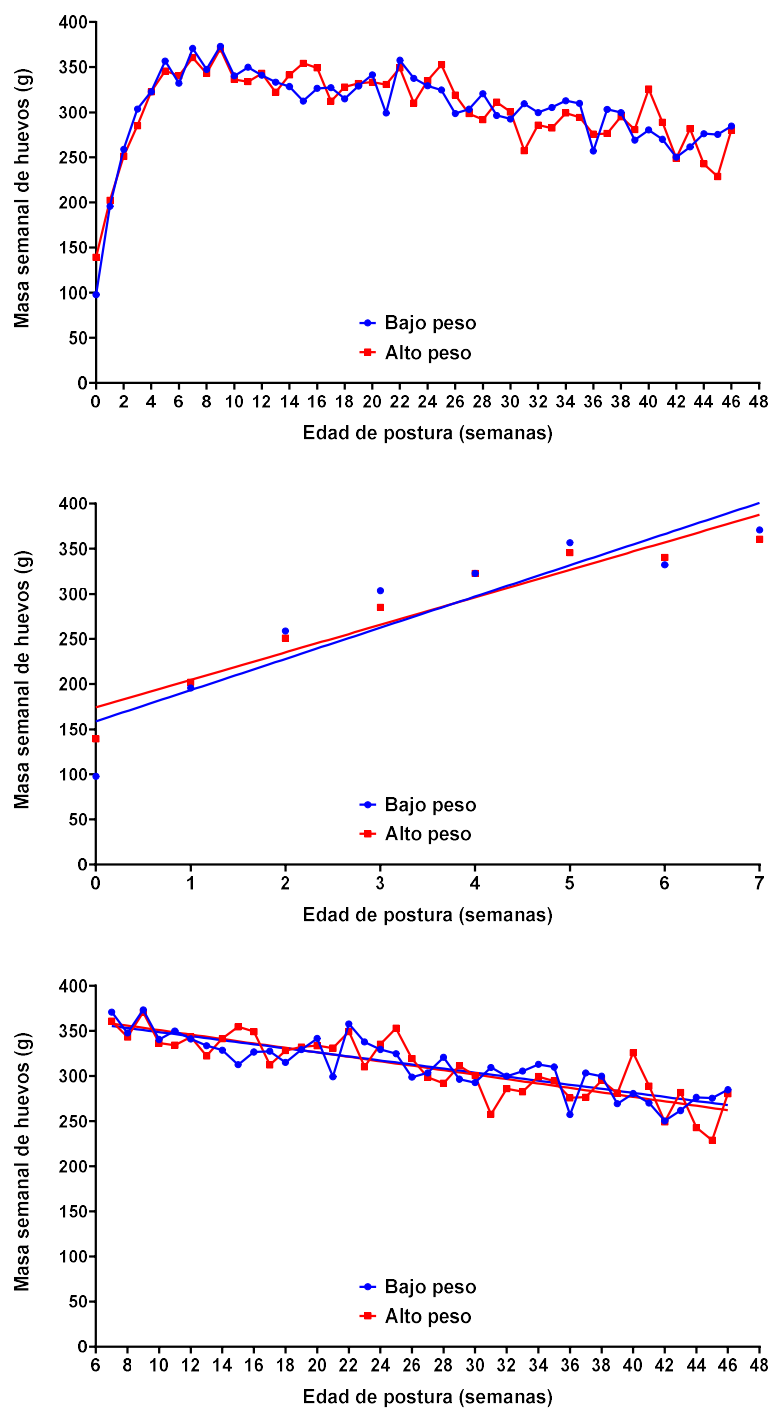


Figura 124 – Comportamiento dinámico de la masa de huevos en función de la edad de postura en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

En la fase ascendente, la masa de huevos aumentó, en ambos grupos de aves, a razón de 32,6 g por semana de postura. Superado el pico, la masa de huevos producida por las gallinas de ambas categorías de peso inicial, disminuyó 2,36 g por semana hasta la finalización del ciclo.

13.2.2. Relación de conversión en huevos

La relación de conversión en huevos presentó valores elevados al inicio del ciclo en coincidencia con la menor masa de huevos producidos por las aves. Los valores disminuyeron rápidamente y, a partir de la cuarta semana de postura presentaron un patrón dinámico compatible con un modelo lineal creciente (Figura 125).

En la Tabla 131 se presentan los estimadores de los parámetros de la ecuación de la recta correspondientes a las dos categorías de aves (bajo y alto peso inicial).

Tabla 131 - Estimadores de los parámetros de la función lineal aplicada al ajuste de los datos relación de conversión en huevos versus edad de postura a partir de la cuarta semana de postura de gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

	Bajo peso corporal	Alto peso corporal
Pendiente ($b \pm Sb$)	$0,0425 \pm 0,0055$	$0,0408 \pm 0,0061$
Altura ($a \pm Sa$)	$2,71 \pm 0,15$	$2,92 \pm 0,17$
Coefficiente de determinación (R^2)	0,593	0,525
Significado de la pendiente $H_0: \beta = 0$	$F = 59,6$ $p < 0,0001$	$F = 45,4$ $p < 0,0001$
Linealidad (test de rachas)	$p = 0,570$	$p = 0,110$

El resultado del test de rachas permitió conservar la hipótesis de linealidad. Las pendientes de las rectas difirieron significativamente de cero. No se observaron diferencias entre categorías de peso inicial en el valor de las pendientes lo que permitió estimar una pendiente común ($F = 0,045$; $p = 0,833$; $bc = 0,042$) y comparar las alturas (ordenadas al origen) de las rectas las que tampoco presentaron diferencias significativas ($F = 2,737$; $p = 0,102$; $ac = 2,82$). Por cada semana que avanza el ciclo de postura a partir de la cuarta semana, la relación de conversión aumenta de manera significativa requiriéndose 42 g más de alimento para producir 1 kg de huevos, respuesta común a las gallinas de uno y otro grupo.

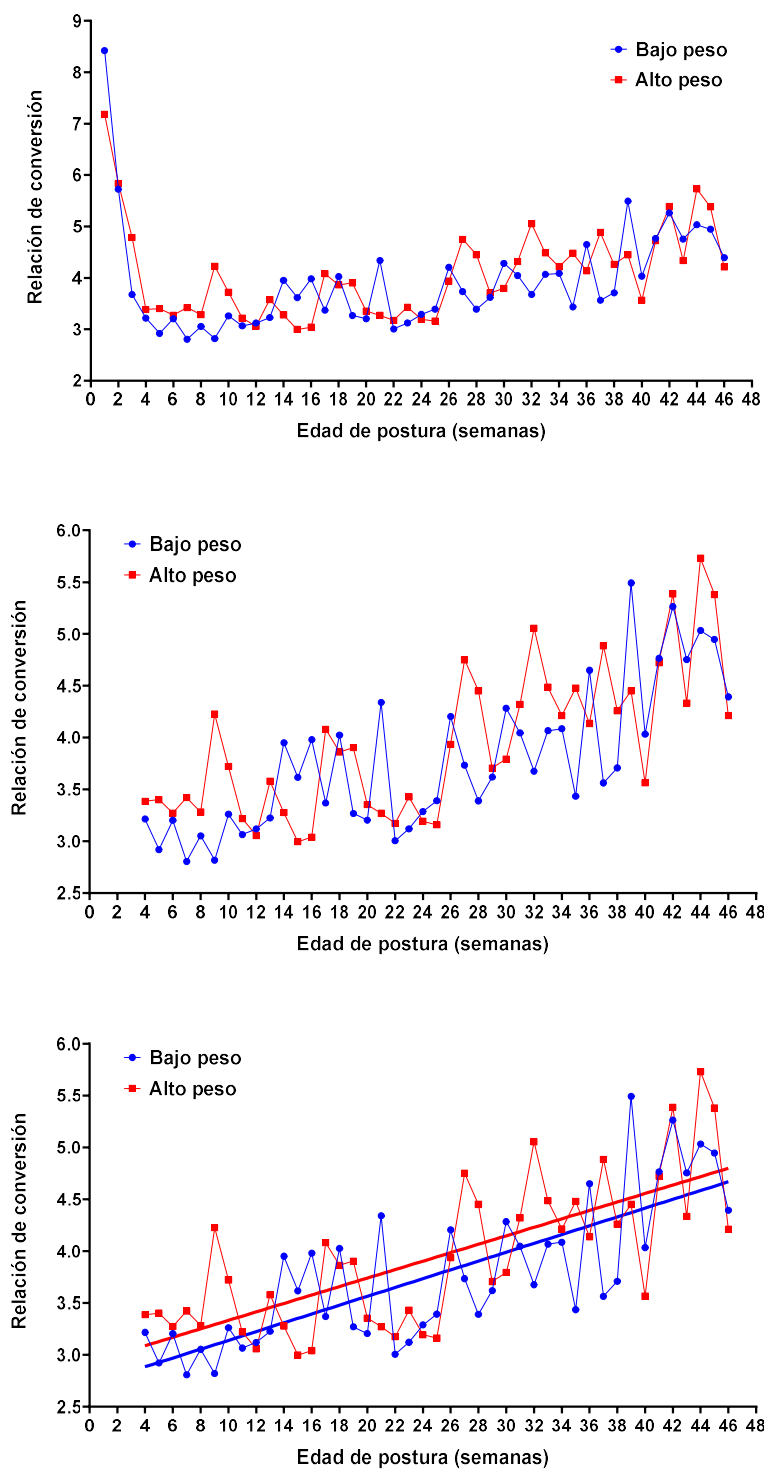


Figura 125 – Comportamiento dinámico de la relación de conversión en huevos en función de la edad de postura en gallinas Campero Casilda discriminadas por su peso corporal a las 25 semanas de edad

13.3. Ornamentos sexuales, masa de huevos y sus componentes y relación de conversión en huevos en la primera parte del ciclo de postura

La Tabla 132 resume los valores de la masa de huevos y sus componentes y de la relación de conversión de las aves Campero Casilda discriminadas por el tamaño de sus ornamentos sexuales.

Tabla 132 - Número de huevos, peso promedio del huevo, masa de huevos y relación de conversión en huevos de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Variable	Cuadrante		Contraste	
	I (n= 32)	III (n= 38)	Estadístico	Probabilidad
¹ Número total de huevos	63 (54 - 67)	55 (48- 61)	U= 386,5	0,006
² Peso promedio del huevo (g)	56,9 ± 0,60	59,2 ± 0,52	t= 2,944	0,004
² Masa de huevos (g)	3356 ± 101,7	3089 ± 105,0	t= 1,805	0,076
² Relación de conversión	3,68 ± 0,161	3,69 ± 0,178	t= 0,043	0,966
C I: Cuadrante I (valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote)				
CIII: Cuadrante III (valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote)				
¹ Los valores corresponden a la mediana (rango intercuartílico)				
² Los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar				

Las aves pertenecientes al Cuadrante I, con mayor desarrollo de los ornamentos sexuales, pusieron un mayor número de huevos los que, en promedio, presentaron menor peso. La combinación de ambos indicadores se tradujo en una diferencia marginalmente significativa en masa de huevos favorable a las aves ubicadas en el Cuadrante I. Las aves de una y otra categoría no se diferenciaron significativamente en la relación de conversión.

14. Condición corporal

14.1. Análisis transversal. Evaluación a igual edad cronológica en Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

14.1.1. 19 semanas de edad

La inspección de los valores correspondientes a las frecuencias absolutas (Tabla 133) y relativas (Tabla 134) puso en evidencia ausencia de aves Campero Casilda y Negra INTA con Categoría 0 y ausencia de aves Negra INTA y Rhode Island Red con Categoría 3 (Figura 126). En consecuencia, Campero Casilda fue el único genotipo que presentó aves en la máxima categoría de condición corporal y Rhode Island Red fue el único que presentó aves en la mínima categoría. Las frecuencias informadas no cumplen con el requisito que presenta la prueba estadística de homogeneidad basada en la estadística chi-cuadrado, que todas las frecuencias esperadas sean mayores que 1 y al menos el 20% de las mismas sean mayores a 5.

Tabla 133 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	0	2	2
Categoría 1	22	16	18	56
Categoría 2	64	10	6	80
Categoría 3	17	0	0	17
Total	103	26	26	155

Tabla 134 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	0	7,7	1,3
Categoría 1	21,4	61,5	69,2	36,1
Categoría 2	62,1	38,5	23,1	51,6
Categoría 3	16,5	0	0	11,0
Total	100	100	100	100

Al restringir las cuatro categorías iniciales a solo aquellas dos presentes en los tres grupos genéticos (Tablas 135 y 136 – Figura 127) se constató una falta de homogeneidad estadísticamente significativa ($X^2 = 24,4$; $p < 0,0001$).

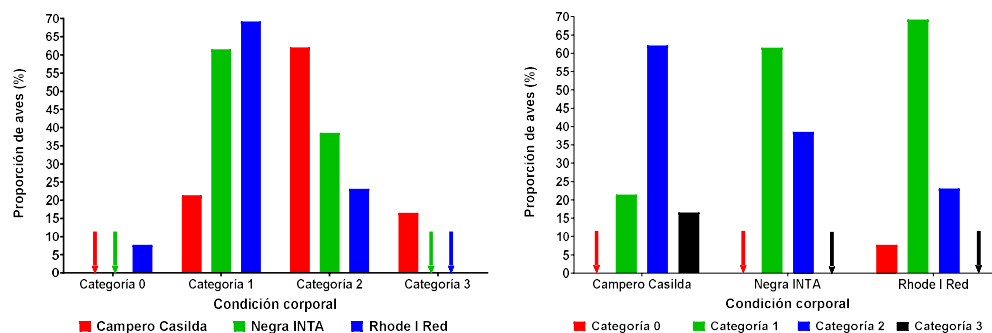


Figura 126 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 19 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

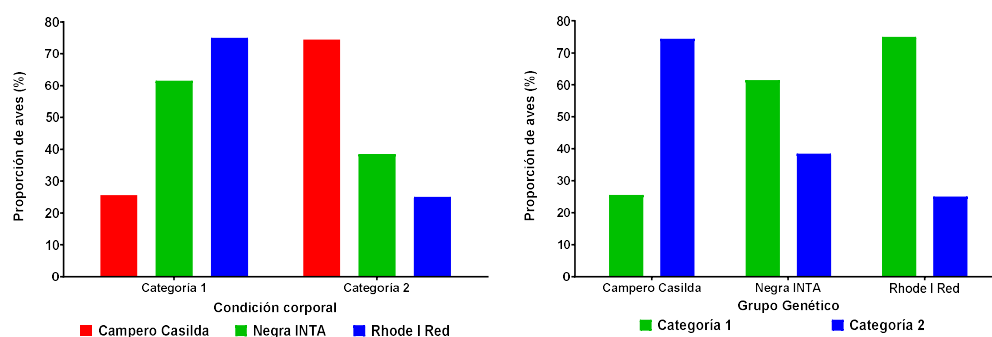


Figura 127 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en las categorías de condición corporal común a todos ellos, evaluada a las 19 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Tabla 135 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 1	22	16	18	56
Categoría 2	64	10	6	80
Total	86	26	24	136

Prueba de homogeneidad $X^2 = 24,42$; $p < 0,0001$

Tabla 136 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 1	25,6	61,5	75,0	41,2
Categoría 2	74,4	38,5	25,0	58,8
Total	100	100	100	100

Las diferencias en condición corporal no estuvieron acompañadas de diferencias significativas en el peso corporal promedio de los diferentes grupos a las 19 semanas de edad (Campero Casilda: $1864 \pm 19,7$ g; Negra INTA: $1905 \pm 41,6$ g; Rhode Island Red: $1804 \pm 35,9$ g; $F = 1,679$; $p = 0,190$).

14.1.2. 30 semanas de edad

Las Tablas 137 y 138 muestran las frecuencias absolutas y relativas respectivamente, correspondientes a las diferentes categorías de condición corporal en los tres grupos genéticos. Al igual que a las 19 semanas de edad, la distribución de dichas frecuencias no cumplió con los requerimientos de la prueba estadística de homogeneidad basada en la estadística chi-cuadrado.

Tabla 137 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	4	9	13
Categoría 1	5	14	11	30
Categoría 2	59	7	2	68
Categoría 3	38	0	0	38
Total	102	25	22	149

La inspección de las frecuencias puso nuevamente en evidencia la ausencia de aves en Categoría 0 en Campero Casilda y la ausencia de aves en Categoría 3 en Negra INTA y Rhode Island Red. En consecuencia, Campero Casilda fue el único genotipo que no presentó aves de Categoría 0 y que presentó aves de Categoría 3 (Figura 128).

Tabla 138 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	16,0	39,1	8,7
Categoría 1	4,9	56,0	52,2	20,1
Categoría 2	57,8	28,0	8,7	45,6
Categoría 3	37,3	0,0	0,0	25,6
Total	100	100	100	100

Al restringir las cuatro categorías iniciales a sólo aquellas dos presentes en los tres grupos genéticos (Tablas 139 y 140 – Figura 129) se constató una falta de homogeneidad estadísticamente significativa ($X^2= 24,4$; $p < 0,0001$).

Tabla 139 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 1	5	14	11	30
Categoría 2	59	7	2	68
Total	64	21	13	98

Prueba de homogeneidad $X^2= 47,9$; $p < 0,0001$

Tabla 140 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 30 semanas. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 1	7,8	66,7	84,6	30,6
Categoría 2	92,2	33,3	15,4	69,4
Total	100	100	100	100

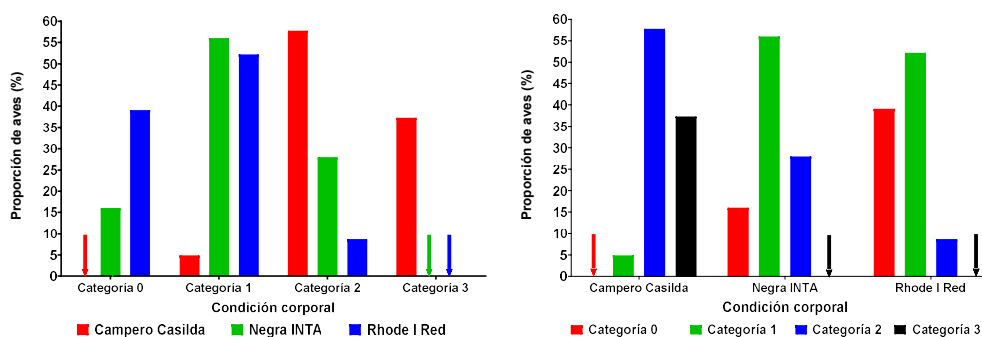


Figura 128 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 30 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

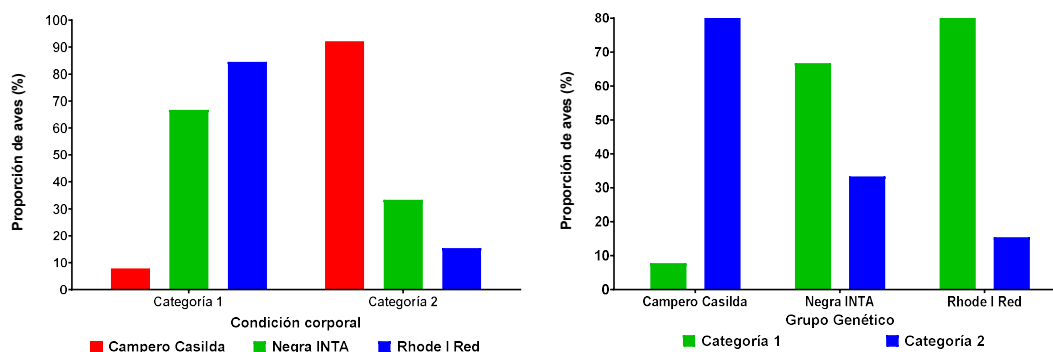


Figura 129 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en las categorías de condición corporal común a todos ellos, evaluada a las 30 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

Las diferencias en condición corporal estuvieron acompañadas de diferencias significativas en el peso corporal promedio de los diferentes grupos a las 30 semanas de edad (Campero Casilda: $2824 \pm 22,8$ g; Negra INTA: $2269 \pm 45,0$ g; Rhode Island Red: $2028 \pm 36,3$ g; $F = 156$; $p < 0,0001$).

14.1.3. 58 semanas de edad

Las frecuencias absolutas y relativas correspondientes a las diferentes categorías de condición corporal en cada uno de los grupos genéticos se presentan en las Tablas 141 y 142, respectivamente. No se observaron aves de Categoría 0 en Campero Casilda, de Categoría 3 en Negra INTA y de Categorías 2 y 3 en Rhode Island Red (Figura 130).

Los tres genotipos se diferenciaron en el peso corporal (media aritmética $\pm$ error estándar, g) a la edad de registro (CC: $3357 \pm 31,9$; NI: $2597 \pm 73,5$; RIR: $2221 \pm 45,8$; $F = 145$; $p < 0,0001$).

Dentro de genotipo se constataron diferencias significativas en el peso corporal de las aves de diferente categoría (CC - Cat. 1: $2736 \pm 78,9$; Cat. 2: $3261 \pm 36,3$; Cat. 3: $3506 \pm 41,0$; $F = 22,1$; $p < 0,0001$; NI - Cat. 0: $2271 \pm 176,9$; Cat. 1: $2631 \pm 81,5$; Cat. 2: $2867 \pm 201,7$; $F = 3,84$; $p = 0,037$; RIR - Cat. 0: $2109 \pm 61,3$; Cat. 1: $2313 \pm 53,9$; $t = 2,508$; $p = 0,011$). Al comparar el peso corporal promedio de las aves en Categoría 1, la única compartida por los tres genotipos, no se observó diferencia entre CC y NI ($p = 0,762$) mientras que ambas difirieron de RIR ($p = 0,029$ y $p = 0,014$, respectivamente).

Tabla 141 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 58 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	5	9	14
Categoría 1	4	16	11	31
Categoría 2	46	4	0	50
Categoría 3	46	0	0	46
Total	96	25	20	141

Tabla 142 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 58 semanas de edad. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	20,0	45,0	9,9
Categoría 1	4,2	64,0	55,0	22,0
Categoría 2	47,9	16,0	0,0	35,5
Categoría 3	47,9	0,0	0,0	32,6
Total	100	100	100	100

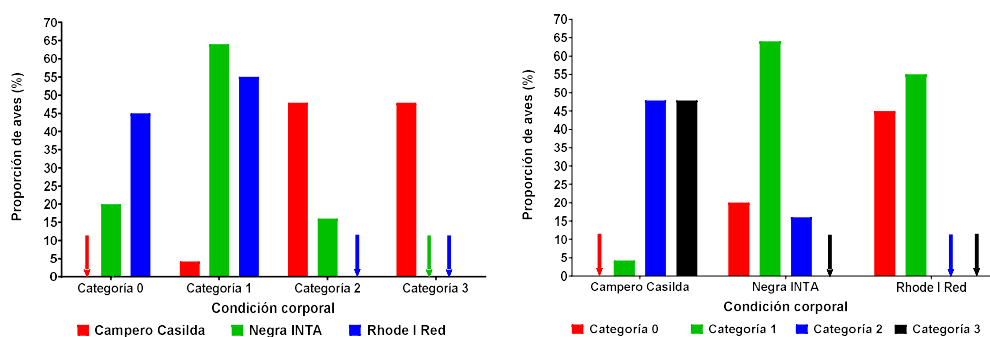


Figura 130 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 58 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

14.1.4. 70 semanas de edad

Las frecuencias absolutas y relativas correspondientes a las diferentes categorías de condición corporal en cada uno de los grupos genéticos se presentan en las Tablas 143 y 144, respectivamente.

Tabla 143 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 70 semanas de edad. Frecuencias absolutas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	3	8	11
Categoría 1	7	16	12	35
Categoría 2	49	6	0	55
Categoría 3	39	0	0	39
Total	95	25	20	140

Tabla 144 - Clasificación de gallinas de tres grupos genéticos por su condición corporal a las 70 semanas de edad. Frecuencias relativas

Condición	Campero Casilda	Negra INTA	Rhode I Red	Total
Categoría 0	0	12,0	40,0	8,7
Categoría 1	7,4	64,0	60,0	20,1
Categoría 2	51,5	24,0	0,0	45,6
Categoría 3	41,1	0,0	0,0	25,6
Total	100	100	100	100

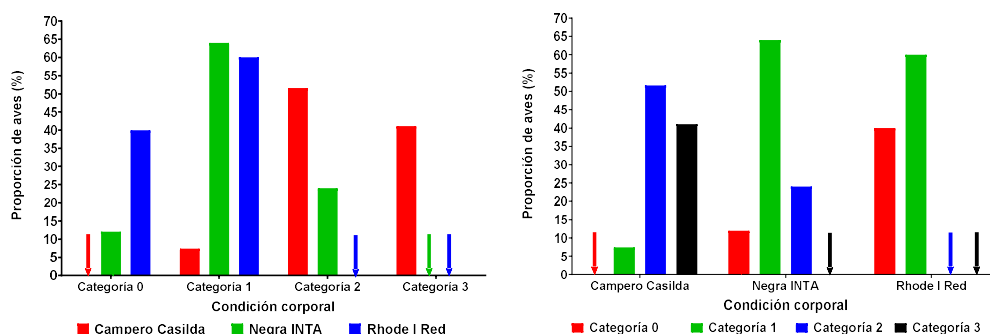


Figura 131 - Proporción de aves de tres grupos genéticos en cada categoría de condición corporal evaluada a las 70 semanas de edad. Izquierda: efecto del genotipo en cada categoría de condición corporal. Derecha: efecto de la categoría de condición corporal en cada genotipo

En el extremo inferior de la escala (Categoría 0), no se observaron aves Campero Casilda mientras que el otro extremo (Categoría 3) no incluyó representantes de los genotipos semipesados Negra INTA y Rhode Island Red. Rhode Island Red tampoco presentó individuos en Categoría 2. Campero Casilda mostró un predominio de aves de Categoría 2 y, en menor medida de Categoría 3, con escasa participación de gallinas con Categoría 1 al finalizar el ciclo de postura. En el caso de la ponedora autosexante Negra INTA predominaron las aves de Categoría 1 ($16/25 = 64,0\%$). La proporción de aves de Categoría 2 ($6/25 = 24,0\%$) duplicó a la observada en Categoría 0 ($3/25 = 12,0\%$). Rhode Island Red, por último, presentó un 60% de aves en Categoría 1 ($12/20$) y el 40% restante en Categoría 0 ($8/20$) (Figura 131).

A las 70 semanas de edad las diferencias en condición corporal estuvieron acompañadas de diferencias significativas en el peso corporal promedio de los diferentes grupos genéticos (Campero Casilda: $3418 \pm 35,9$ g; Negra INTA: $2702 \pm 76,8$ g; Rhode Island Red: $2260 \pm 45,5$ g; $F = 119$; $p < 0,0001$).

14.2. Caracterización de la población Campero Casilda

14.2.1. Aumento medio de peso semanal y condición corporal a las 19 semanas de edad

La Tabla 145 muestra los valores de aumento medio semanal promedio de peso corporal de los cuatro grupos de gallinas Campero Casilda. El criterio de discriminación permitió generar categorías con valores estadísticamente diferentes del indicador de crecimiento utilizado ($F = 154,6$; $p < 0,0001$).

Tabla 145 - Aumento medio semanal de peso corporal (AMS) entre la 5ª y la 19ª semanas de vida de gallinas Campero Casilda discriminadas en cuatro grupos en función de los valores de los cuartiles de orden 1, 2 y 3				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Tamaño muestral	26	26	26	25
AMS (g)	56,3 a $\pm 1,35$	65,6 b $\pm 1,35$	72,4 c $\pm 1,35$	98,0 d $\pm 1,35$
Todos los valores corresponden a la media aritmética $\pm$ error estándar a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos				

En las Tablas 146 y 147 se presentan, respectivamente, las frecuencias absolutas y relativas de aves de los cuatro grupos con diferente aumento medio semanal de peso entre la 5ª y 19ª semana de edad discriminadas por su condición corporal a las 19 semanas.

Tabla 146 - Clasificación de gallinas de cuatro grupos con diferente aumento medio semanal de peso entre la 5ª y 19ª semana de edad, por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias absolutas				
Condición	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Total
Grupo 1	6	18	2	26
Grupo 2	9	17	0	26
Grupo 3	5	19	2	26
Grupo 4	1	11	13	25
Total	21	65	17	103

Tabla 147 - Clasificación de gallinas de cuatro grupos con diferente aumento medio semanal de peso entre la 5ª y 19ª semana de edad, por su condición corporal a las 19 semanas. Frecuencias relativas

Condición	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Total
Grupo 1	28,6	27,7	11,8	25
Grupo 2	42,9	26,2	0,0	25
Grupo 3	23,8	29,2	11,8	25
Grupo 4	4,7	16,9	76,4	25
Total	100	100	100	100

La proporción de aves Campero Casilda según su AMS promedio y su condición corporal a las 19 semanas se describe en la Figura 132. La distribución de las aves con diferente condición corporal no fue homogénea en los cuatro grupos discriminados por su AMS ($X^2 = 33,8$; $p < 0,0001$).

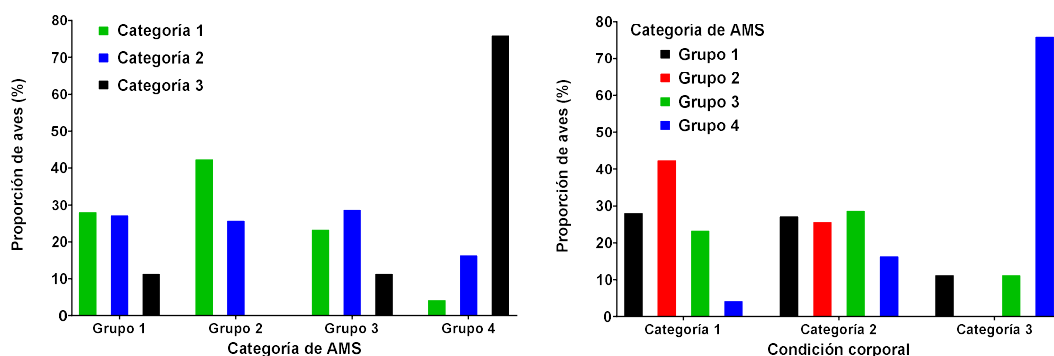


Figura 132 - Condición corporal de aves Campero Casilda de 19 semanas de edad discriminadas por su aumento medio semanal de peso corporal. Izquierda: categoría de condición corporal por grupo de AMS. Derecha: Categoría de AMS por categoría de condición corporal

El significado estadístico asociado a la ausencia de homogeneidad es atribuible a la condición corporal de las aves del Grupo 4 con el mayor aumento medio semanal absoluto de peso corporal en tanto al excluir dicho grupo, la distribución de las aves de las diferentes categorías de condición corporal en los tres grupos remanentes se tornó no significativa (AMS: $X^2 = 3,411$; $p = 0,492$).

14.2.2. Ornamentos sexuales y condición corporal en cuatro momentos del ciclo productivo

Las Tablas 148, 149, 150 y 151 resumen la proporción de aves discriminadas por el desarrollo de los ornamentos sexuales, en cada categoría de condición corporal determinada a

las 19, 30, 58 y 70 semanas de edad. En ninguna de las cuatro edades se observaron diferencias significativas entre aquellas ubicadas en el Cuadrante I (CI: valores de los índices de cresta y barbilla mayores al promedio del lote) y las ubicadas en el Cuadrante III (CIII: valores de los índices de cresta y barbilla menores al promedio del lote) .

Tabla 148 - Condición corporal a las 19 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Cuadrante	Categoría1	Categoría 2	Categoría 3	Probabilidad
I	18,8	53,1	28,1	$X^2= 2,602$ $p= 0,272$
III	23,1	64,1	12,8	

Los valores (%) corresponden a la frecuencia relativa de ave por categoría

Prueba estadística: test ji-cuadrado de homogeneidad

Tabla 149 - Condición corporal a las 30 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Cuadrante	Categoría1	Categoría 2	Categoría 3	Probabilidad
I	-----	50,0	50,0	$p= 0,143$
III	-----	69,2	30,8	

Los valores (%) corresponden a la frecuencias relativa de ave por categoría

Prueba estadística: test exacto de Fisher

Tabla 150 - Condición corporal a las 58 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Cuadrante	Categoría1	Categoría 2	Categoría 3	Probabilidad
I	-----	60,0	40,0	$p= 0,336$
III	-----	47,4	52,6	

Los valores (%) corresponden a la frecuencias relativa de ave por categoría

Prueba estadística: test exacto de Fisher

Tabla 151 - Condición corporal a las 70 semanas de gallinas Campero Casilda discriminadas en forma conjunta por los valores de los índices de cresta y barbilla calculados a las 30 semanas de edad

Cuadrante	Categoría1	Categoría 2	Categoría 3	Probabilidad
I	-----	62,1	37,9	$p= 0,802$
III	-----	56,8	43,2	

Los valores (%) corresponden a la frecuencias relativa de ave por categoría

Prueba estadística: test exacto de Fisher

14.2.3. Condición corporal a las 19 semanas de edad y caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas Campero Casilda

La Tabla 152 resume los valores de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual en gallinas Campero Casilda discriminadas por su categoría de condición corporal a las 19 semanas de edad.

Tabla 152 - Caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas camperas discriminadas por su condición corporal a las 19 semanas de edad					
Variable	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	F / KW	P
¹ PC (g)	2699 ± 68,4	2793 ± 32,8	2763 ± 76,0	0,877	0,419
¹ E (días)	187,9 ± 2,67b	186,9 ± 1,55b	174,9 ± 2,65a	7,057	0,0014
¹ PH (g)	50,9 ± 1,65	51,1 ± 0,79	51,1 ± 2,46	0,006	0,994
¹ P10 (g)	53,0 ± 0,87	53,8 ± 0,59	52,8 ± 0,70	0,523	0,595
² N10	14 (12 – 16)	14 (12 – 15,3)	15,5 (12,3 – 17,8)	3,810	0,149
² CV10	6,7 (4,6 – 10,2)	6,7 (5,5 – 8,3)	6,0 (4,1 – 8,1)	1,744	0,418
¹ Valores: media aritmética ± error estándar					
² Valores: mediana (rango intercuartílico)					
a, b Valores con diferente letra difieren al menos al 5%					

Las aves de las distintas categorías de condición corporal no difirieron en el peso corporal promedio a la puesta del primer huevo. Las aves con mejor condición (Categoría 3) fueron más precoces (menor edad promedio a la puesta del primer huevo) que las de las dos categorías restantes, que no difirieron entre sí. La condición corporal al finalizar el período de recría no afectó en forma significativa el resto de los caracteres productivos evaluados al inicio de la postura.

15. Caracteres a la faena

Comparación Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red

La Tabla 153 resume los valores absolutos y relativos de los caracteres a la faena en los tres grupos de aves discriminadas por su condición corporal a la finalización del ciclo.

Tabla 153 - Caracteres a la faena en tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

Variable	Campero Casilda		Negra INTA	Rhode I. Red
	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 1	Categoría 1
PVP (g)	3068 ± 61,2 a	3731 ± 96,4 b	2517 ± 91,3 c	2260 ± 74,9 c
PEv (g)	2285 ± 63,77 a	2711 ± 61,32 b	1752 ± 54,67 c	1579 ± 55,44 c
PPe (g)	567,7 ± 16,59 a	675,2 ± 13,79 b	403,7 ± 9,28 c	381,5 ± 15,13 c
PPM (g)	643,2 ± 12,5 a	750,9 ± 22,52 b	503,9 ± 18,60 c	439,1 ± 15,18 c
Pal (g)	236 ± 7,899 a	260,6 ± 7,56 b	199,7 ± 5,938 c	178,8 ± 7,596 c
Pga (g)	77,53 ± 1,946 a	84,56 ± 1,849 b	64,51 ± 1,295 c	62,35 ± 1,820 c
Pca (g)	680,2 ± 21,46 a	870 ± 27,45 b	580,3 ± 17,14 c	530,6 ± 21,34 c
PGab (g)	100,7 ± 8,13 a	149,5 ± 18,07 b	57,44 ± 9,44 c	34,37 ± 6,094 c
R (%)	74,42 ± 1,094 a	72,8 ± 1,028 ab	69,77 ± 0,9223 b	69,86 ± 0,7452 b
Pe (%)	24,87 ± 0,4766 a	24,97 ± 0,5216 a	23,12 ± 0,4041 b	24,19 ± 0,5727 ab
PM (%)	28,26 ± 0,5577 a	27,68 ± 0,4441 a	28,74 ± 0,3881 a	27,83 ± 0,3479 a
Al (%)	10,33 ± 0,2313 a	9,615 ± 0,1754 a	11,44 ± 0,2989 b	11,32 ± 0,2333 b
Ga (%)	2,532 ± 0,0552 a	2,273 ± 0,0445 b	2,582 ± 0,0585 ac	2,771 ± 0,0666 c
Ca (%)	29,80 ± 0,5596 a	32,06 ± 0,5595 ab	33,21 ± 0,7746 b	33,57 ± 0,5573 b
Gab (%)	4,374 ± 0,3040 ab	5,489 ± 0,6329 b	3,18 ± 0,4877 ac	2,125 ± 0,3179 c

PVP (g): peso vivo prefaena

PEv (g): peso eviscerado

PPe (g): peso pechuga con hueso

PPM (g): peso pata-muslo

Pal (g): peso alas

Pga (g): peso garras

Pca (g): peso carcasa

PGab (g): peso grasa abdominal

R (%): rendimiento

Pe (%): proporción de pechuga

PM (%): proporción de pata-muslo

Al (%): proporción de alas

Ga (%): proporción de garras

Ca (%): proporción de carcasa

Gab (%): proporción de grasa abdominal

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n= 11 aves por grupo genético y categoría

a,b,c valores con distinta letra difieren al menos al 0,05

Los pesos absolutos de las aves registrados tanto antes de la faena como una vez faenadas y evisceradas las mismas, al igual que aquellos correspondientes a las diferentes partes luego de proceder a su disección (pechuga con hueso, pata-muslo, alas, garras, carcasa y panículo graso abdominal) mostraron, en todos los casos el siguiente orden: Campero Casilda Cat. 3 > Campero Casilda Cat. 2 > Negra INTA Cat. 1 = Rhode Island Red Cat.1 (Figuras 133-140).

Con respecto al rendimiento a la faena, el máximo valor promedio correspondió a las aves Campero Casilda de Categoría 2, que no se diferenciaron significativamente de aquellas del mismo grupo genético pero de Categoría 3. Si bien estas últimas presentaron un mayor rendimiento promedio que los dos genotipos de aves semipesadas, no se observaron diferencias estadísticamente significativos entre estos tres grupos (Figura 141).

Al relativizar los valores absolutos de los diferentes componentes en función del peso eviscerado (Figuras 142 - 147) se observaron diferencias significativas entre grupos en la proporción de pechuga con hueso ($F= 2,946$; $p= 0,044$) atribuible al menor valor observado en Negra INTA. El valor promedio registrado para este corte de valor carnicero en la ponedora autosexante, no se diferenció significativamente del correspondiente a Rhode Island Red. A su vez, las aves semipesadas de genotipo Rhode, no se diferenciaron de las gallinas Campero Casilda independientemente de la categoría de estas últimas. No se observaron diferencias entre grupos en la proporción de pata-muslo ($F= 2,461$; $p= 0,482$).

Independientemente de su condición corporal Campero Casilda presentó menor proporción de alas que los dos genotipos semipesados ($F= 13,1$; $p< 0,0001$) que no se diferenciaron entre sí.

Las aves Campero Casilda de Categoría 3 presentaron la menor proporción de garras y Rhode Island Red la mayor. Campero Casilda-Categoría 2 y Negra INTA presentaron valores intermedios a ambos extremos sin diferencias significativas entre ellas.

La menor proporción de carcasa correspondió a la Categoría 2 de Campero Casilda que no se diferenció de la observada en las gallinas de igual grupo genético mientras que esta última presentó valores similares a los de las dos poblaciones semipesadas.

Por último, en relación con la proporción de grasa abdominal, las aves Campero Casilda de Categoría 3 y mayor peso corporal presentaron el mayor valor promedio seguidas de las gallinas del mismo grupo genético y menor categoría de condición corporal, de Negra INTA y de Rhode Island Red, grupo este que presentó el menor valor promedio del carácter.

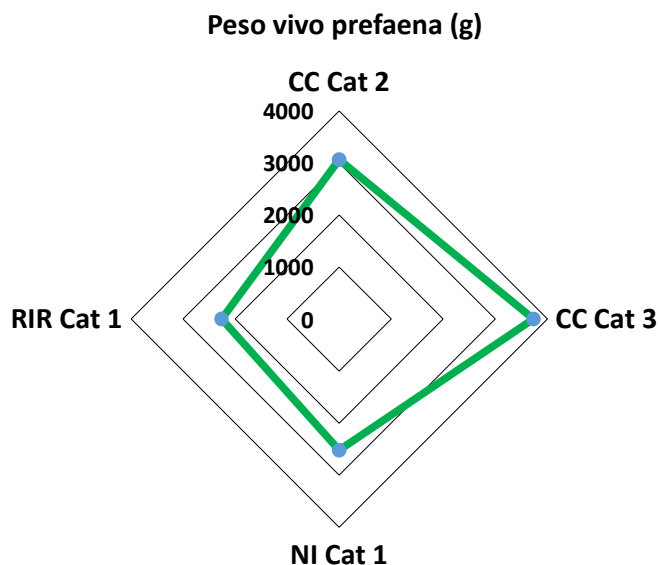


Figura 133 - Peso vivo prefaena de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

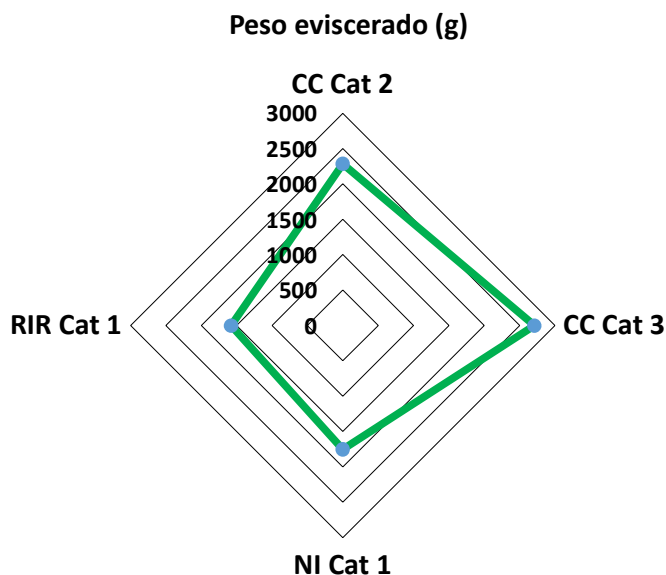


Figura 134 - Peso eviscerado de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

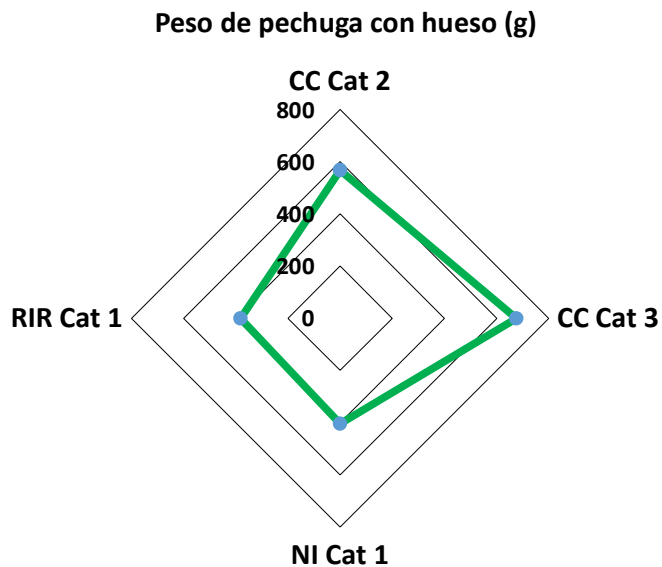


Figura 135 - Peso de la pechuga con hueso de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

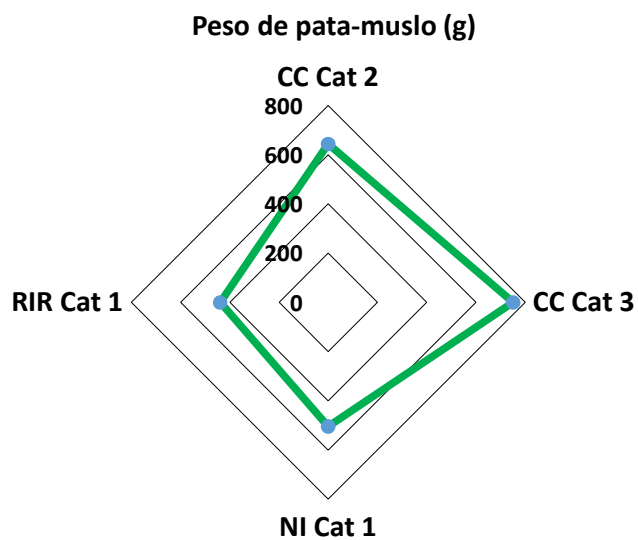


Figura 136 - Peso de pata con muslo de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

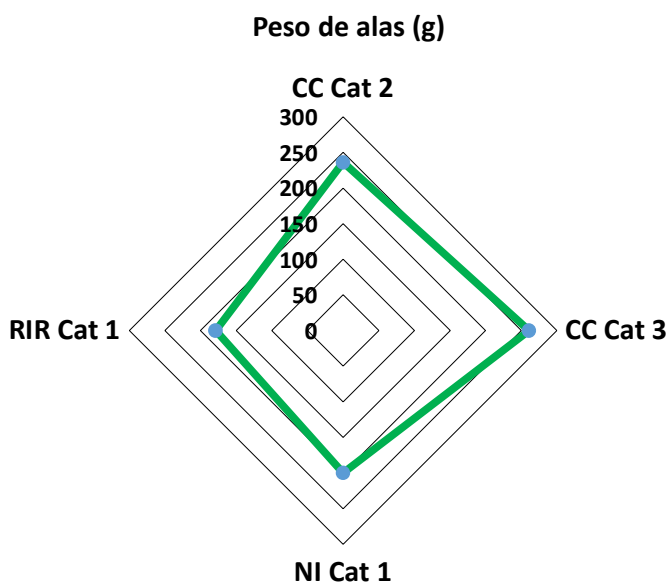


Figura 137 - Peso de alas de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

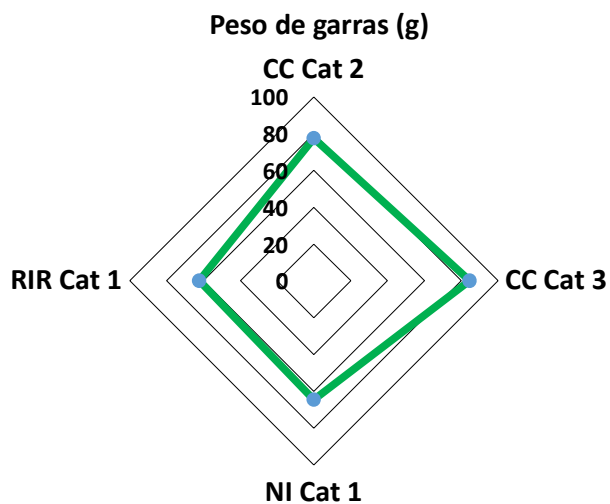


Figura 138 - Peso de garras de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

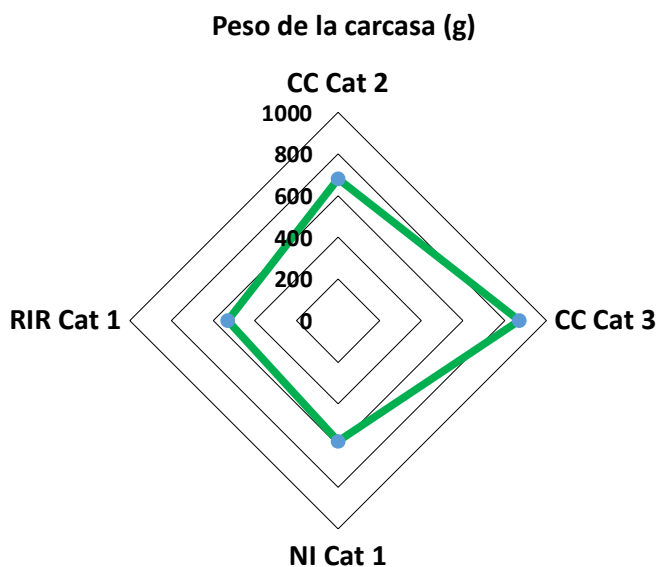


Figura 139 - Peso de la carcasa de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

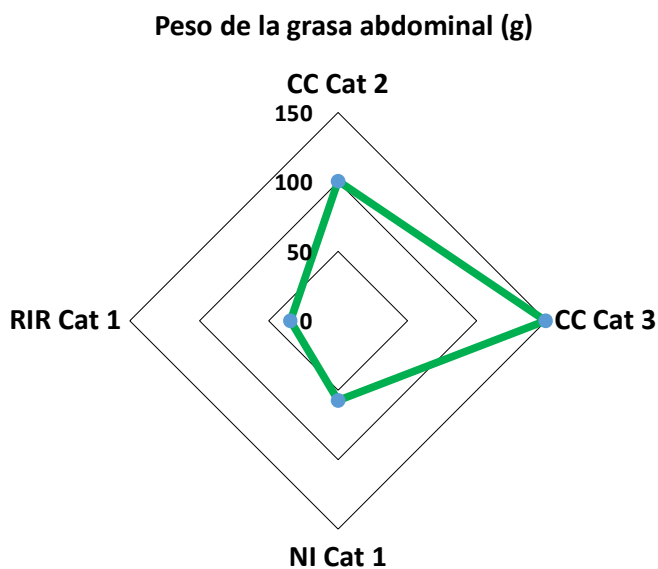


Figura 140 - Peso del panículo graso abdominal de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

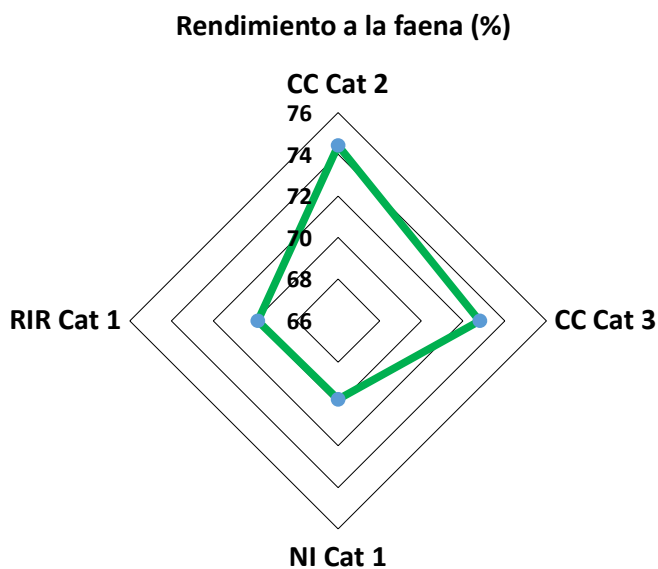


Figura 141 – Rendimiento a la faena de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

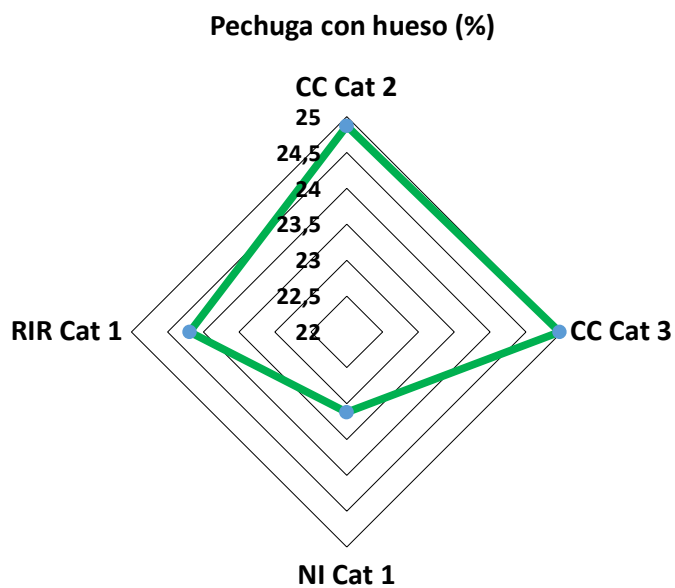


Figura 142 – Proporción de pechuga con hueso de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

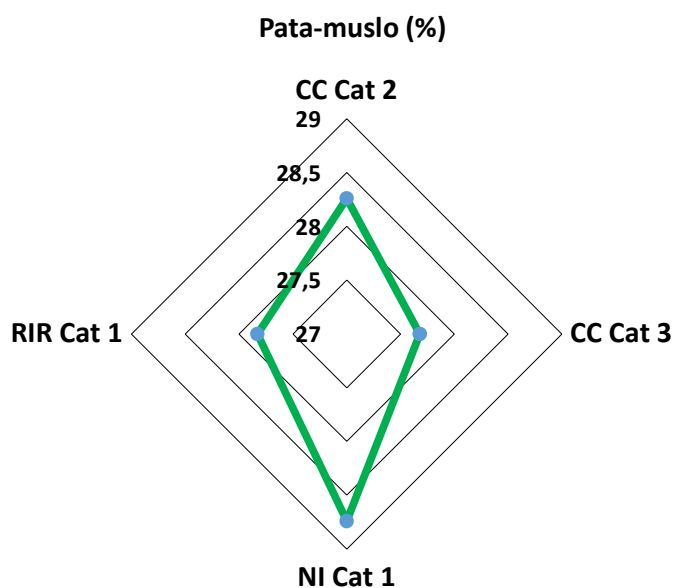


Figura 143 – Proporción de pata-muslo de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

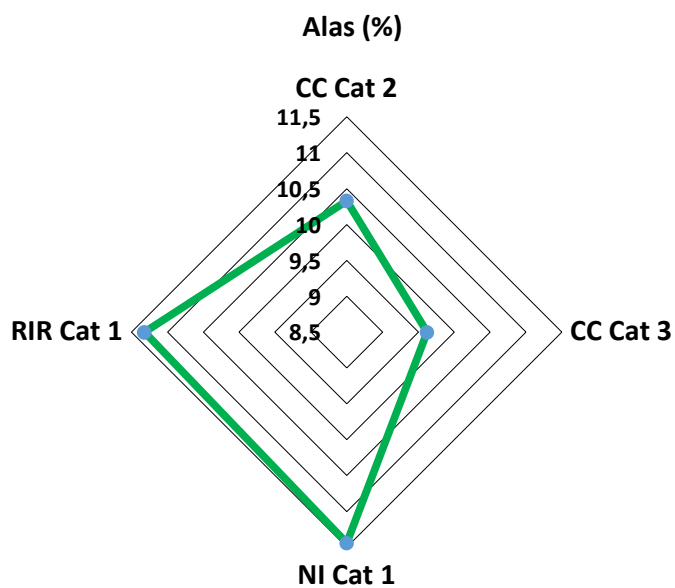


Figura 144 – Proporción de alas de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

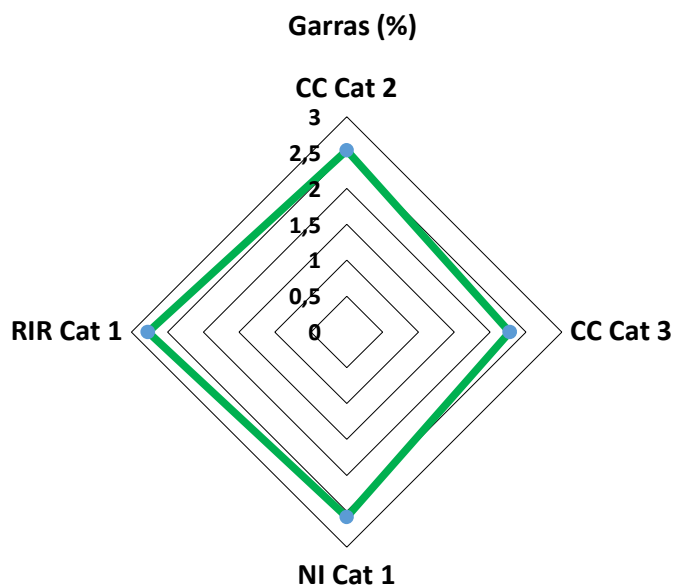


Figura 145 – Proporción de garras de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

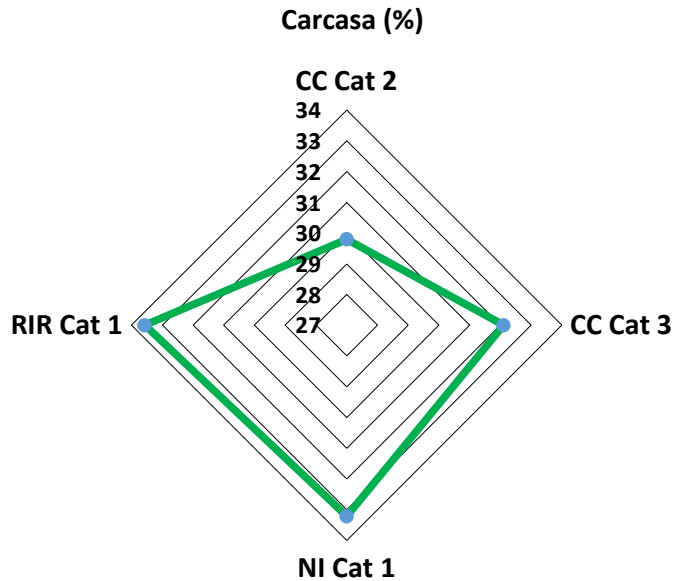


Figura 146 – Proporción de carcasa de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

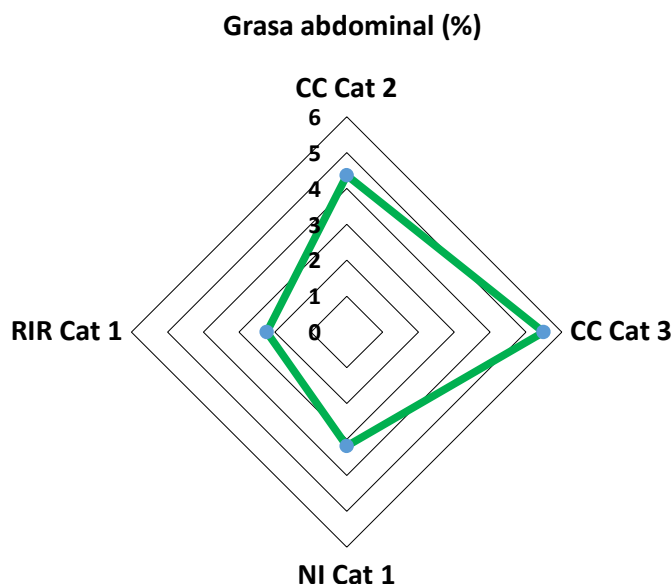


Figura 147 – Proporción de grasa abdominal de tres genotipos de aves ponedoras destinadas a sistemas productivos semi-extensivos según su categoría de condición corporal al descarte

16. Calidad tecnológica de la carne de pechuga de las gallinas de descarte

La Tabla 154 resume la información referida a la calidad tecnológica de la carne de pechuga de una muestra de gallinas de cada uno de los tres grupos genéticos, descartadas al final del ciclo y clasificadas por su condición corporal más frecuente a las 70 semanas de edad.

La Figura 148 describe comparativamente el comportamiento de los tres indicadores en los diferentes grupos experimentales.

Tabla 154 – Indicadores de calidad tecnológica de la carne de pechuga de tres genotipos de gallinas categorizadas por su condición corporal al finalizar el ciclo de postura

	Campero Casilda		Negra INTA	Rhode I Red
	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 1	Categoría 1
CRA (%)	32,4 ± 1,60	35,1 ± 1,23	31,8 ± 1,64	34,4 ± 2,22
PPC (%)	20,7 ± 0,80	18,6 ± 0,94	19,4 ± 1,61	18,9 ± 0,81
Terneza (kg/cm ²)	2,18 ± 0,218	2,17 ± 0,117	2,26 ± 0,097	1,94 ± 0,047

Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar

Tamaño muestral: n= 11 aves por grupo

CRA – capacidad de retención de agua

PPC – pérdidas por cocción

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos para ninguno de los tres indicadores: capacidad de retención de agua ($F= 0,849$; $p= 0,475$); pérdidas por cocción ($F= 0,689$; $p= 0,564$) y terneza ($F= 1,068$; $p= 0,374$).

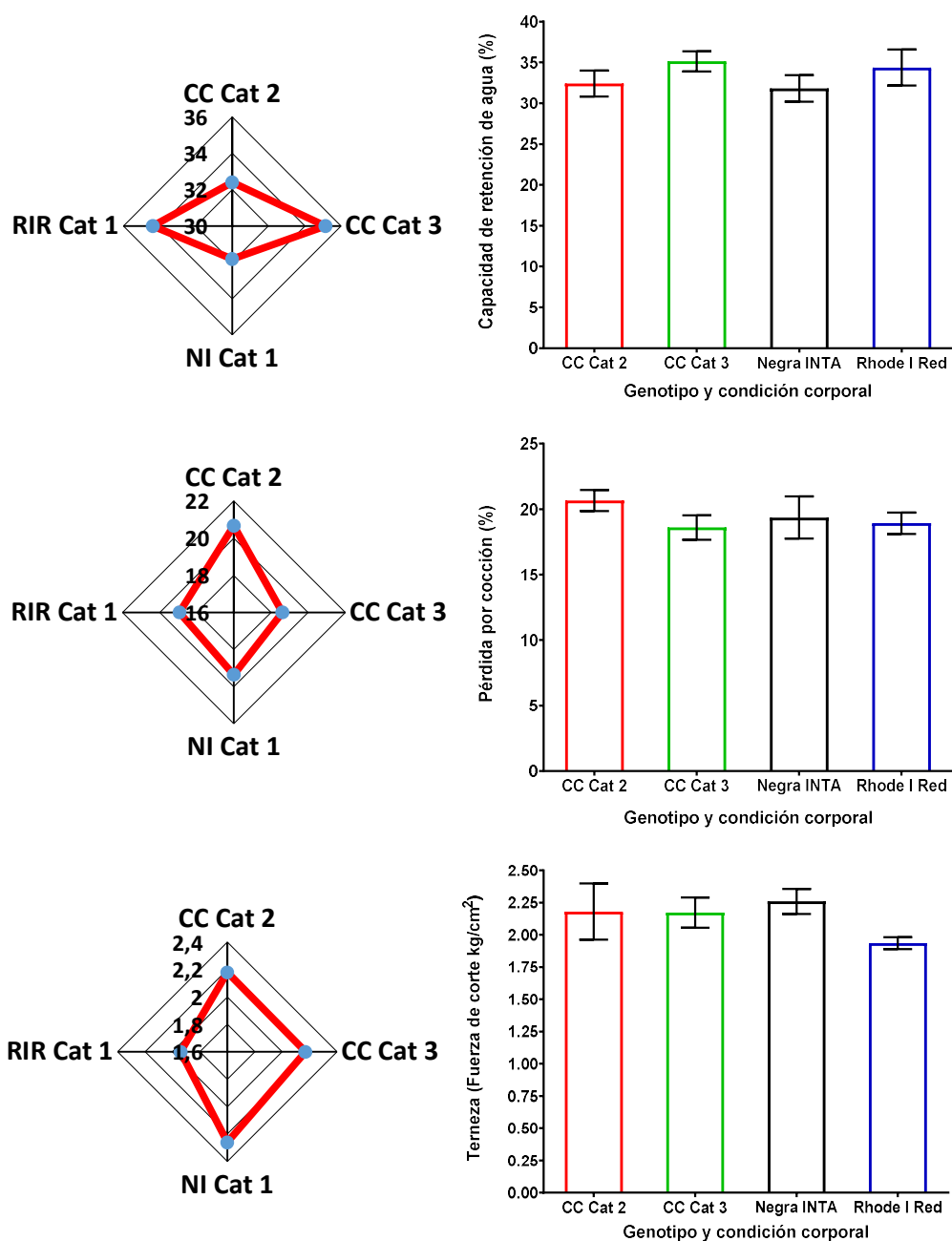


Figura 148 – Características tecnológicas de la carne de pechuga de tres genotipos de gallinas categorizadas por su condición corporal al finalizar el ciclo de postura

Discusión

La expresión producción avícola presenta múltiples connotaciones en tanto no solo involucra diferentes especies tales como pollos (*Gallus gallus domesticus*), pavos (*Meleagris gallopavo f. domestica*), patos (*Anas platyrhynchos domesticus*), gansos (*Anser cygnoides*), gallinas de Guinea (*Numida meleagris*) y codornices (*Coturnix coturnix*), entre las más comunes, sino que también hace referencia a diferentes modalidades productivas, desde aquellas de tipo familiar a sistemas comerciales especializados, con niveles variables de intensificación. Pese a la diversidad de especies de aves criadas para consumo humano, de acuerdo con FAO (2014) la más importante a nivel mundial es *Gallus gallus domesticus* en tanto, en ese momento, pollos y gallinas conformaban aproximadamente el 94 % de la población avícola total. En 2020, la población mundial de pollos superaba los 33.000 millones de ejemplares de los cuales el 46 % se localizaba en países asiáticos, mientras que de los 1.155 millones de patos el 89 % se encontraba en Asia. Los pavos, por su parte, alcanzaban en esa fecha los 450 millones de ejemplares, y gansos y gallinas de Guinea sumaban 364 millones (FAO, 2020).

En este contexto, no cabe duda que la avicultura industrial convencional genera la mayor cantidad de huevos y carne de ave tanto para consumo fresco como bajo la forma de derivados procesados. Desde principios de la década de los 60' a nuestros días se duplicó la producción mundial de huevos per cápita y el suministro de carne de aves de corral se sextuplicó. En ambos casos el mayor crecimiento correspondió a América Latina y Asia (FAO, 2020). Tanto la producción de carne como la de huevos corresponde principalmente a productos estándar, no diferenciados, provenientes de aves confinadas en sistemas intensivos. En este tipo de explotaciones el mejoramiento genético, focalizado en maximizar la producción individual, está acompañado de un conjunto de estrategias cada vez más sofisticadas de manejo ambiental tendientes a posibilitar la máxima expresión posible de ese potencial. Esta conjunción de factores genéticos y ambientales busca asegurar, en un espacio reducido e independiente de la tierra como soporte, la producción eficiente de ingentes cantidades de alimento a un costo accesible para una población mundial en constante expansión que demanda, en forma creciente, proteínas de origen animal. Este tipo de sistemas, si bien se desarrolla con ventajas tales como su evidente eficiencia y el rápido retorno de capital, también presenta inconvenientes. Entre estos últimos cabe mencionar la alta demanda de energía, la elevada producción de desechos orgánicos, la necesidad de contar con los genotipos adecuados -generalmente importados en el caso de nuestro país- y el trabajar con densidades de alojamiento que predisponen a las aves a

sufrir alteraciones relacionadas con la pérdida de bienestar y con cuestiones de índole sanitaria en general (Škrbić et al., 2009).

En contraste con el modelo industrial intensivo, la avicultura adjetivada genéricamente como alternativa, es una modalidad de producción de carne y huevo que se diferencia del modelo comercial convencional en términos de calidad del producto final, tradición y cultura, bienestar animal y sustentabilidad de los sistemas productivos. Las diferentes variantes de esta modalidad productiva utilizan genotipos de aves no tradicionales o bien razas diferentes a las empleadas en el sistema industrial. Sumado al tipo particular de ave, hacen uso de una alimentación basada en cereales y se llevan a cabo en sistemas de cría extensivos o preferentemente semi-intensivos, con acceso de los animales a espacios al aire libre, en contacto con el sol y con la tierra, respetando aspectos evolutivos y comportamentales propios de la especie. En estos sistemas el ambiente adquiere un rol fundamental y los genotipos productivos a utilizar se piensan para que sean capaces de expresar su potencial en medios limitantes, de escaso desarrollo tecnológico, en los que resulta dificultoso acceder a materias primas de calidad a precios razonables y que, en consecuencia, se traducen en un nivel de productividad que limita su potencial como fuente de alimentos. Frente a estas limitantes, la avicultura alternativa presenta también ventajas en aspectos tales como la baja inversión en instalaciones, la preservación de poblaciones autóctonas, el resguardo del bienestar animal al permitir que los animales desarrollen las conductas propias de la especie (Dawkins, 2003, 2004; Khan, 2008) y el respeto al medio ambiente.

En los últimos años, este planteo productivo alternativo al industrial, ha dejado de ser patrimonio de países subdesarrollados y con limitado acceso a insumos básicos, para transformarse en una opción en el marco de la denominada producción orgánica o ecológica desarrollada al amparo de un paradigma productivo diferente, más ligado a una imagen social del alimento y a la seguridad alimentaria (Canet, 2017; Leenstra et al., 2010). Por nombrar tan solo un caso, la producción de huevos en sistemas alternativos está creciendo de forma importante en la Unión Europea (Hammershøj et al., 2021) impulsada por la demanda de los consumidores y la legislación, de la comunidad europea en general y de cada uno de los países que la integran en particular, que establece restricciones crecientes a los sistemas intensivos principalmente por sus efectos no deseados sobre el bienestar animal. Esta característica de la producción avícola ecológica, unida a la demanda de huevos ecológicos, representa una

oportunidad para el desarrollo rural, mediante su incorporación a explotaciones ya existentes o a la creación de pequeñas empresas avícolas ecológicas que promuevan el empleo en el medio rural (García Trujillo et al., 2009).

El concepto de producción orgánica o ecológica es amplio dado que abarca numerosos eslabones que incluyen tanto el sistema de producción agropecuario en sí como su correspondiente agroindustria. Estos sistemas deben ser sustentables en el tiempo, con un manejo racional de los recursos naturales, sin recurrir al uso de productos de síntesis química u otros con efectos tóxicos reales o potenciales para la salud humana de manera de ofrecer productos sanos. Paralelamente, en términos ambientales, se espera que mantengan o incluso aumenten la fertilidad edáfica, intensifiquen los ciclos biológicos del suelo, preserven la diversidad biológica y conserven los recursos hídricos. Con relación a las especies utilizadas deben proporcionar condiciones que posibiliten la expresión de su comportamiento innato, cubriendo sus necesidades fisiológicas y ecológicas, razón por la cual la infraestructura debe recrear en lo posible las condiciones de vida naturales de las aves. La alimentación debe procurar ser natural y balanceada, basada en materias primas también orgánicas, que aporten una combinación de energía, proteína, minerales y vitaminas adecuada para suplir los requerimientos propios de cada fase de desarrollo. La composición del alimento debe variar lo menos posible y, adicionalmente, la dieta debe complementarse con el consumo de material verde durante las actividades de forrajeo.

Argentina es el segundo país -después de Australia- en superficie destinada a este tipo de producción, además de ser el primer país de América del Sur en establecer una normativa oficial para su regulación. La ley 25127 junto con los Decretos 97/2001 y 206/2001, la Resolución SENASA N° 374/16, la Resolución SAGyP N°1291/2012 y las notas aclaratorias N° 108/2016, N° 25970605/2017, N° 26466664/2017, N° 28408075/2017, N° 14/2017, N° 54/2017 y N° 62/2017, reglamentan la producción orgánica y su sistema de control y regulan no solo la producción ecológica, biológica u orgánica de todo sistema de producción agropecuario sino también las actividades agroindustriales asociadas a la misma (<https://www.argentina.gob.ar/senasa/programassanitarios/produccion-organica>).

La producción a escala comercial, tanto de carne como de huevos, proveniente de estos sistemas alternativos representa mercados de nicho vinculados a un sector específico de la población dispuesto a asumir un costo mayor de los mismos en función del grado de

conocimiento sobre productos ecológicos y/u orgánicos (Palacios Riocerezo & Castillo, 2017). En Argentina, en el caso de la producción de carne, la principal preocupación de los consumidores se relaciona con la utilización indiscriminada de antibióticos y con aspectos referidos al bienestar animal (Oliva, 2021). La producción de huevos, por su parte, es aún incipiente por lo que se lo considera un producto de especialidad, con valor agregado (Mair, 2021).

Con relación al tipo de animal, la producción ecológica prioriza la utilización de razas autóctonas, opción que en el caso de la avicultura puede ser viable cuando las mismas están disponibles y se trate de pequeñas explotaciones que utilizan como insumos para la alimentación subproductos y recursos internos. Lo anterior aplica también al uso de aves criollas. Sin embargo, cuando se piensa en explotaciones ecológicas más intensivas, que dependen de la adquisición de alimentos balanceados, se hace necesario el empleo de aves híbridas, de manera tal de hacer uso del fenómeno de heterosis (Padhi et al., 2015), o de poblaciones mejoradas por selección, de lo contrario las salidas del sistema pueden ser insuficientes como para cubrir los costos de producción. A este respecto, la disponibilidad de genotipos adaptados y que conviertan eficientemente el alimento representa un verdadero reto para la avicultura ecológica (García Trujillo et al., 2009), lo que ha llevado al desarrollo de cruzamientos o de líneas para ser incorporadas como genotipos para la avicultura familiar.

En cuanto a la proyección futura de estos sistemas se debe tener en cuenta que, en comparación con los productos tradicionales que provienen de sistemas intensivos confinados de gran escala productiva, los mismos ofertan al mercado un producto más artesanal, altamente diferenciado, con un gran valor agregado. En este sentido, atienden exigencias particulares de un tipo de consumidor cada vez más presente, interesado en cuestiones vinculadas con la seguridad alimentaria, el respeto al medio ambiente, el bienestar animal y la calidad y trazabilidad de los productos que consume. En relación con los productores, responder esta demanda podría contribuir a disminuir el desarraigo rural y favorecer las microeconomías regionales en tanto representa una posibilidad potencial para aquellos de mediana o pequeña escala que no forman parte de los grandes sistemas de producción. Las propuestas alternativas permiten un abanico de producciones de diferentes modalidades y escalas de inversión, con opciones accesibles a la mayoría de los productores, que manejan volúmenes reducidos de producción.

En forma paralela a la cuestión mencionada de la avicultura alternativa como opción productiva se debe considerar otro argumento trascendente desde un punto de vista social. Los sistemas de producción avícolas familiares han persistido durante muchos años a lo largo de los cuales se han ido adaptando a distintas situaciones medioambientales. En muchos países, hay razas locales adaptadas a diferentes áreas (Canet, 2017; Damme, 2015; García Trujillo et al., 2009; Kahn, 2008; Padhi et al., 2015; Siekmann et al., 2018). Estas razas autóctonas, al igual que las denominadas gallinas criollas, representan, además, un reservorio de biodiversidad con capacidad de sobrevivir y reproducirse en condiciones ambientales naturales y contribuyen a la seguridad alimentaria de poblaciones marginales o áreas rurales (Wong et al., 2017). La avicultura de traspatio (Hotúa-López et al., 2021) es practicada a nivel familiar y está destinada a la producción para el autoconsumo y la venta de algunos excedentes. Se trata de una actividad que posibilita incorporar a la agricultura familiar alimentos de alto valor nutritivo. Si bien los sistemas comerciales se distribuyen por todo el mundo, se ha estimado que un gran porcentaje de aves aún se cría en granjas familiares y que, en conjunto, realizan un aporte de gran proporción a la producción avícola total. La avicultura industrial y la alternativa no necesitan ser mutuamente excluyentes, ni estar en competencia directa. De hecho, el sector comercial con su riqueza de recursos humanos, técnicos y financieros podría jugar un papel importante en la promoción de este tipo de producción avícola como un medio práctico y viable para el alivio de la pobreza y la erradicación del hambre y como estrategia de subsistencia rural, que posibilite la permanencia de las familias en sistemas productivos sostenibles (Mack et al., 2005; Salcedo & Guzmán, 2014).

Las propuestas en diferentes niveles gubernamentales que fomentan la avicultura alternativa y familiar son muchas y variadas. La Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar (RIDAF, 2012), una organización apoyada por la FAO, promueve, entre otras cuestiones, el empleo de razas de aves autóctonas y la seguridad alimentaria en zonas rurales. A nivel nacional, el Prohuerta, un programa de seguridad alimentaria llevado adelante por INTA en conjunto con el Ministerio de Desarrollo Social, trabaja hace años con genotipos propios que distribuye a personas que tienen vocación de trabajo rural, huerteros o granjas de subsistencia, para agregar productos de origen animal de alto valor proteico a la autoproducción de alimentos generados en sus huertas. Los genotipos utilizados también son especializados: los cruzamientos simples autosexantes Negra INTA y Rubia INTA para producción de huevos

castaños y diferentes cruzamientos conocidos bajo la denominación genérica de pollo Campero INTA, para producción de carne (Bonino & Canet, 1999; Canet & Terzaghi, 2003).

Además de la distinción mencionada entre los modelos de producción avícola intensivo-industrial y extensivo-familiar y sus variantes, otra cuestión es la que contrapone a la especialización planteada por el modelo industrial la denominada avicultura de doble propósito que tiene por objetivo producir de manera conjunta huevos y carne de ave utilizando un único genotipo. La conocida correlación genética negativa entre crecimiento y reproducción (Barbato, 1999; Chambers, 1990; Decuypere et al., 2003; Etches, 1996; Hocking et al., 1987; Robinson et al., 1993; Siegel, 1962) condujo a la avicultura industrial, en su momento, a generar cruzamientos diferentes para cada uno de estos objetivos (Icken et al., 2013; Khan, 2008; Leenstra et al., 2010). Esta especialización trajo aparejado el sacrificio al nacimiento de los machos de las líneas de postura por su bajo desempeño para producción de carne (Damme, 2015; Brummer et al., 2017; Hammershøj et al., 2021; Krautwald-Junghanns et al., 2018, Siekmann et al., 2018). El sacrificio de estos machos representa un grave problema principalmente en términos de bienestar animal pero también de eliminación de residuos de la actividad. Si bien en la actualidad se dispone de tecnologías de sexado de embriones “in ovo” haciendo uso de diferentes alternativas (Galli et al., 2016; Steiner et al., 2011), algunas no están accesibles y otras no evitan el descarte de los huevos ya incubados hasta el momento de la determinación. Varios países europeos, entre ellos Alemania y Francia, han legislado al respecto. El gobierno francés asumió el compromiso de acabar en el año 2022 con la eliminación de los pollitos machos del sector de puesta, aplicando como soluciones alternativas el sexado *in ovo* para eliminar los embriones masculinos, la cría de esos machos y el desarrollo de estirpes doble-propósito (<https://avinews.com/sexaje-in-ovo-francia-prohibe-el-sacrificio-de-pollitos-de-un-dia-en-el-2023/>). Similar decisión adoptó el gobierno alemán a partir de 2023 (<https://avinews.com/los-productores-de-huevos-alemanes-estaran-obligados-a-no-sacrificar-los-hermanos-machos-de-las-ponedoras/>). Las líneas o razas doble propósito, si bien resignan algo de las dos características, deben tener buena performance en ambos aspectos. Las razas tradicionalmente utilizadas con esta finalidad han sido Sussex, Wyandotte, Orpington y Plymouth Rock (Damme, 2015).

Ante este panorama se planteó la posibilidad de generar con las líneas genéticas propias de nuestro país una población de aves que represente una alternativa a los genotipos utilizados

por el sistema avícola integrado actual, y que, a su vez, conserve en mayor grado la rusticidad propia de sus ancestros silvestres. Dicha población debería, además, expresar una velocidad de crecimiento que no comprometa su propia subsistencia y capacidad reproductiva. Asimismo, de ser económicamente posible, debería recuperar la condición inicial doble propósito de las poblaciones previas al proceso de especialización en carne y huevos lo que permitiría evitar el sacrificio de los machos de un día de vida de las líneas de postura y superar las restricciones derivadas de las legislaciones mundiales cada vez más presentes. La utilización con esa finalidad de una población generada a partir de un cruzamiento de tres vías como es el caso de Campero Casilda posibilitaría hacer uso de respuestas heteróticas, revertir efectos detrimentales de la endogamia a la que han sido sometidas las poblaciones sintéticas progenitoras y disponer de un genotipo que pueda ser distribuido en todo el territorio nacional, generando un ave con buena velocidad de crecimiento, cuyos machos puedan ser destinados a la producción de carne a la edad propia de faena de las aves camperas (Bonino, 1999) y sus hembras conservadas para producción de huevos hasta que finalicen su ciclo productivo óptimo y sean una nueva fuente de proteína animal al ser consumidas como aves de fin de ciclo (Kokoszyński et al. 2016; Loetscher et al., 2015; Reddy et al., 2016). La posibilidad de producir aves doble propósito no tiene por qué circunscribirse a sistemas avícolas comerciales alternativos al industrial sino que pueden también pensarse para reemplazar, con los recaudos asociados a la preservación del recurso zoogenético, las aves criollas de baja productividad por otras que, conservando la rusticidad, posibiliten un mejor nivel productivo.

Campero Casilda es el producto de un plan de cruzamientos llevado a cabo por la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCV-UNR) conjuntamente con la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), destinado a producir pollos con menor velocidad de crecimiento para sistemas de avicultura alternativa (Canet et al., 2021). Como tal ha sido extensamente caracterizado para la producción de carne (Antruejo et al., 2018a, 2018b; Dottavio et al., 2019a, 2019b, 2019c). En la presente tesis se discute la caracterización de las hembras Campero Casilda como productoras de huevos con miras a la potencial utilización de este cruzamiento como población base para el desarrollo de una población doble-propósito destinada a sistemas alternativos.

Sumado a los argumentos antes presentados cabe agregar que en el marco de la distribución de pollos camperos BB sin sexar por parte del Programa Prohuerta se constató (Zulma Canet, comunicación personal, 2016) que, en ocasiones, dado que el dimorfismo sexual propio de la especie posibilita diferenciar machos y hembras, las familias destinatarias de los mismos solo sacrificaban los machos y retenían las hembras para postura. Esta situación planteó como interrogante a resolver en qué medida reservar para postura a las hembras de pollo campero era una opción o bien si dicha alternativa debería ser desalentada por los promotores del Programa Prohuerta aconsejando que se las destine a la producción de carne conjuntamente con los machos contemporáneos y que se utilicen como ponedoras a alguna de las dos variantes autosexantes -Negra INTA y Rubia INTA- que posee el programa. Una segunda cuestión es que los multiplicadores encargados de producir este tipo de ponedoras semipesadas deben eliminar los machos fácilmente identificables desde el mismo momento de la eclosión pero, sin embargo, en ocasiones se los entrega para producción de carne, destino para el cual resultan poco eficientes. Este panorama reforzó la propuesta de utilizar aves doble propósito en programas de avicultura orgánica o ecológica (Bassler, 2005) y aplicarla al caso particular del pollo campero. En este caso, la evaluación de la aptitud de estas hembras como ponedoras cobra importancia por sí misma, independientemente de su comportamiento relativo frente a otras alternativas (Canet et al., 2014).

La caracterización integral de un recurso zoogenético requiere considerar una multiplicidad de caracteres, gran parte de los cuales está determinada por su destino productivo. Dado que, como se mencionó previamente, se cuenta con una descripción exhaustiva de la potencialidad de Campero Casilda como ave destinada a la producción de carne, en este caso se enfatizó en su desempeño como ave para postura.

Uno de los primeros pasos para caracterizar un recurso zoogenético consiste en describir las poblaciones basándose en variables morfológicas (Delgado et al., 2001; Lanari et al., 2003). Las medidas morfométricas resultan de utilidad para caracterizar animales de tamaño y forma contrastantes (Afolayan et al., 2006; Ajayi et al., 2008; Latshaw & Bishop, 2001; McCracken et al., 2000) y, como tales, han sido empleadas para describir razas y para disponer de información aplicable en programas de selección (Ajayi et al., 2012; Francesch et al., 2011; Ibe, 1989). El registro de este tipo de medidas en avicultura presenta diferentes finalidades tales como su relación con el peso corporal (Assan, 2015; Nosike et al., 2017; Yakubu et al., 2009a,

2009b), el peso testicular (Shuaibu et al., 2019), estudios de dimorfismo sexual (Toalombo-Vargas et al., 2019) y la comparación de razas (Francesch et al., 2011; Méndez et al., 2011), entre otras. Costantini et al. (2018) trabajando con gallinas Campero Casilda a una edad temprana agruparon a las diferentes medidas morfométricas propuestas por Francesch et al. (2011) según su coeficiente de variación y establecieron tres categorías de caracteres: de baja variabilidad ($CV < 5\%$), de variabilidad media ($5\% \leq CV \leq 10\%$) y de alta variabilidad ($CV > 10\%$). Considerando caracteres de potencial trascendencia productiva, el primer grupo incluyó la circunferencia corporal, la longitud dorsal, el ancho entre los fémures y la longitud de la pechuga. En el segundo grupo se ubicaron la longitud total del ave, el ancho entre los húmeros, la longitud de los huesos tibia y tarso, el peso corporal y el ancho y la superficie de la pechuga. Por último, con alta variabilidad, la longitud del muslo y dos mediciones efectuadas sobre la cresta. La asociación entre diferentes mediciones realizadas sobre el animal vivo con caracteres productivos vinculados en este caso con la condición de ave doble propósito de Campero Casilda, brinda la posibilidad de disponer de criterios fundados relacionados con la conveniencia o no de fijar algunos de estos caracteres, a la hora de seleccionar fenotípicamente las aves de la población base destinada a dar origen a la población sintética o de incluir a los mismos como criterios en la definición de algún objetivo de selección si el interés radica en dar origen a una nueva raza. Romera (2012) definió a los machos y hembras de este mismo cruzamiento como aves de huesos más largos (tibia, tarso-metatarso, esternón y longitud dorsal), de aspecto tipo faisán, y de marcado dimorfismo sexual en comparación con un genotipo de parrillero comercial.

El registro de un gran número de variables como requisito para caracterizar la conformación corporal ha estimulado el uso de técnicas multivariadas de manera tal de poder evaluar simultáneamente la relación existente tanto entre ellas como con diversos caracteres productivos (Albrecht, 1979; Brown, 1973; Gwaza et al., 2013; Yunusa & Adeoti, 2014). Entre dichas técnicas cabe mencionar el análisis de componentes principales que, mediante una reducción de la dimensionalidad de los datos, genera un conjunto de nuevas variables en número menor a las originalmente incluidas en el modelo (Ajayi et al., 2012; Amao, 2018; Yacubu et al., 2009b). Con base en este criterio, y mediante este tipo de análisis, fue posible identificar en Campero Casilda fuentes de variancia independientes para volumen (tamaño) corporal, indicadores externos de tamaño de la pechuga y longitud dorsal, vinculados con aves fenotípicamente más compactas o más longilíneas. La caracterización multivariada basada en

tres indicadores de tamaño corporal permitió: (1) determinar que, en términos de tamaño global del ave, el peso corporal se encuentra siempre asociado con la longitud corporal pero no necesariamente con la envergadura alar, (2) identificar dos fuentes de variancia para peso corporal independientes entre sí y asociadas a diferentes comportamientos de la longitud corporal total y (3) reconocer dos fuentes de variación en envergadura alar: una de menor importancia que acompaña armónicamente al peso y a la longitud, y la segunda, de mayor magnitud, independiente de los otros dos indicadores de tamaño y que, por lo tanto, no contribuye a la conformación del ave. Esta evidencia adquiere trascendencia en tanto el tamaño y la conformación corporal se presentan como potenciales criterios de selección y las componentes principales podrían desempeñar un rol importante en tal sentido en tanto esta estrategia de análisis ha sido propuesta como opción para generar índices biológicos de selección (Abreu, 1999; Cerón-Rojas & Sahagún-Castellanos, 2005; Di Masso et al., 1998; Godshalk & Timothy, 1988; Pinto et al., 2006). La caracterización morfométrica contribuiría a fundamentar criterios de selección masal por conformación durante las etapas de formación de la población sintética doble propósito. Como la correlación entre las diferentes componentes principales es nula, la selección de individuos por los valores de una de ellas en particular no provoca respuestas correlacionadas en las otras componentes principales (Pinto et al., 2006). Esta aseveración ha sido corroborada empíricamente por Yamaki et al. (2006) quienes utilizaron este enfoque para identificar variables independientes e informativas, eliminando así la información redundante con el fin de reducir los costos de los programas genéticos aplicados al mejoramiento de codornices.

Un párrafo aparte merecen los ornamentos sexuales -cresta y barbillas- apéndices carnosos desprovistos de plumas localizados en la cabeza de gallos y gallinas. La inclusión de 12 medidas registradas en la cabeza en un análisis de componentes principales permitió identificar una primera componente que, en su condición de tal, explicó la mayor proporción de la variancia fenotípica total, asociada negativa y significativamente con la longitud y la anchura de ambos ornamentos la cual incluyó aproximadamente el 70 % de la varianza de estas cuatro mediciones. Además de cumplir un rol en la termorregulación (Hester et al., 2015), los ornamentos sexuales representan estímulos visuales vinculados con el comportamiento social en tanto su tamaño afecta las decisiones de apareamiento de machos y de hembras (Mukhtar & Khan, 2012; Parker & Ligon, 2003). En los machos, el carácter está correlacionado de manera positiva con la calidad espermática (Cornwallis & Birkhead, 2006; Graves et al., 1985; Navarra

et al., 2012). Mukhtar & Khan (2012) mencionan que el aumento del tamaño de los ornamentos sexuales de gallos y gallinas es un indicador de la proximidad de la madurez sexual. A medida que las pollas se acercan al inicio de la puesta, sus crestas se agrandan y simultáneamente también lo hacen los niveles plasmáticos de estrógeno (Bullock & Hall, 1968; Joseph et al., 2003). Además, ciertos alelos que aumentan el peso de la cresta también disminuyen la edad de la madurez sexual (Wright et al., 2012) razón por la cual aquellas gallinas con crestas más grandes comienzan antes su postura (Eitan et al., 1998). En coincidencia con esta afirmación las aves Campero Casilda con mayores valores de los índices de cresta y barbilla fueron más precoces y comenzaron la postura con nueve días de anticipación respecto de aquellas con menor desarrollo de los mismos. Pese a mostrar también mayor tasa de crecimiento en la etapa previa al inicio de la actividad reproductiva, ese adelanto en la madurez sexual no estuvo acompañado de diferencias en el peso corporal pero se reflejó en un menor peso de los primeros huevos sin afectar ni la regularidad ni la uniformidad del inicio de la postura.

El tamaño de los ornamentos sexuales también se correlaciona con la masa ósea y a partir del estudio genómico de la estructura genética del carácter se obtuvo evidencia que la inversión somática femenina en este ornamento refleja tanto su inversión reproductiva como esquelética (Johnsson et al., 2012; Wright et al., 2007). La primera a través de un aumento en la producción de huevos; la segunda por su correlación con la masa ósea; y el vínculo entre ambas mediado por la movilización de minerales para la producción de huevos (Wright et al., 2012). Las gallinas con crestas más grandes depositan más calcio en la diáfisis de los huesos lo que evidencia la asociación positiva del tamaño de los ornamentos sexuales con la asignación ósea (Johnsson et al., 2012). Debido a ello dicho ornamento se presenta como potencial indicador de la propensión a la osteoporosis, un carácter de dificultosa evaluación y que se manifiesta tardíamente en la vida de las gallinas en producción (Cornwallis & Birkhead, 2006). En coincidencia con estos antecedentes las gallinas Campero Casilda con mayor desarrollo de cresta y barbillas presentaron mayor longitud del fémur, del tarso y de la tibia y mayor diámetro del tarso, todos ellos considerados indicadores de desarrollo óseo. Esta relación se hizo evidente tanto en el inicio del ciclo productivo a las 30 semanas de edad como al final del mismo a las 71 semanas de edad.

A lo largo del proceso de domesticación de la gallina doméstica se han seleccionado numerosos alelos que han aumentado simultáneamente el tamaño de la cresta y la postura de

manera pleiotrópica (Johnsson et al., 2012). En este sentido, el tamaño de los ornamentos sexuales se correlaciona también con la fecundidad de las gallinas y con la calidad de sus huevos. Las hembras con crestas grandes producen más huevos, respuesta regulada por hormonas (Wright et al., 2012) y movilizan más fácilmente calcio hacia la cáscara del huevo. Si bien en este trabajo no se evaluó la calidad de la cáscara sí se observó que aquellas gallinas Campero Casilda con mayor desarrollo de los ornamentos sexuales pusieron un mayor número de huevos al inicio del ciclo productivo. A su vez, dada la asociación negativa entre el número de huevos puestos y el tamaño de los mismos, evaluado a través del registro de su peso (Fairfull & Gowe, 1990; Francesch et al., 1997), las aves de ese grupo pusieron, en promedio, huevos más livianos pese a lo cual la tendencia en la masa de huevos producida fue favorable a las gallinas con mayores índices de cresta y barbilla, sin diferencias significativas en la relación de conversión. El menor peso de los huevos puestos por las gallinas con mayor desarrollo de cresta y barbillas se hizo evidente al evaluar el patrón dinámico de este carácter productivo a lo largo de todo el ciclo. Pese a la asociación también de signo negativo entre crecimiento -peso corporal- y reproducción -postura- descrita en gallinas y mencionada anteriormente, no se observaron diferencias en el patrón de crecimiento global de las gallinas con diferente tamaño de los ornamentos sexuales. Este resultado podría explicarse porque las correlaciones peso corporal-peso del huevo y peso del huevo-número de huevos no son perfectas y, ya sea que se deban a ligamiento factorial o a efectos pleiotrópicos, existe en las poblaciones variancia para cada uno de dichos caracteres independiente de la variación en los caracteres restantes.

Se ha postulado que dado los valores entre moderados y altos de la heredabilidad del tamaño de la cresta (Tufvesson et al., 1999), la practicidad de su acceso en el animal vivo, la facilidad de su medición y las asociaciones mencionadas con caracteres de interés reproductivo y productivo, este ornamento podría incluirse como criterio en procesos de selección indirecta (Shen et al., 2016). En el marco de la utilización de Campero Casilda como población base para la producción de una población sintética de doble propósito la implementación de una estrategia de selección por niveles independientes de rechazo que contemple a los ornamentos sexuales como criterio se presenta como una alternativa para la elección temprana de los reproductores en las sucesivas generaciones de estabilización.

Otras mediciones morfométricas que podrían utilizarse con esta finalidad son las registradas en el cuerpo de las aves. En este caso, los resultados permitieron identificar fuentes

de variancia independientes para volumen (tamaño) corporal representada por la primera componente, para indicadores externos de tamaño de la pechuga (segunda componente) un corte de particular valor carnicero y dos fuentes adicionales de variancia (tercera y cuarta componentes) con signos contrarios para longitud dorsal vinculadas con aves fenotípicamente más compactas o más longilíneas.

La caracterización de Campero Casilda como ave de postura implica considerar una serie de caracteres complejos en cuya expresión fenotípica se combinan por un lado un componente genético de base predominantemente cuantitativa y, por otro, un componente ambiental en el que se expresa y con el cual interactúa esa multiplicidad de genes. Ello determina que, de manera global, la producción de huevos deba considerarse, en sí misma, como un fenotipo complejo definición que incluye una sumatoria de caracteres que exceden la cuestión puntual de la oviposición y que se expresan desde el nacimiento hasta el momento del descarte al finalizar el ciclo productivo. Entre los caracteres que contribuyen a ese fenotipo complejo se encuentran aquellos vinculados con la maduración sexual.

En la gallina, la madurez sexual reviste trascendencia como indicador de la transición entre la etapa improductiva previa a la postura y el ciclo efectivo de producción. Al igual que en otras especies, el inicio de la vida reproductiva es el resultado de una compleja cascada de sucesos vinculados al funcionamiento del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (Xu et al., 2011), que puede ser caracterizado a partir de varios indicadores de fácil registro (Canet et al., 2012). No existe, sin embargo, un acuerdo generalizado acerca de cómo definir este evento y, a este respecto, se han propuesto varias alternativas según se consideren aves individuales o lotes en producción. En el primero de estos casos, tal vez la definición más utilizada, tanto en el caso de reproductoras pesadas (Kerr et al., 2001; Romero et al., 2009) como de gallinas camperas (Fernández et al., 2017; Sanz et al., 2020), refiere al momento en que la gallina pone su primer huevo. Sin embargo, desde un punto de vista productivo, y en particular en las reproductoras pesadas, el primer huevo no siempre va seguido de regularidad en la postura subsiguiente y es por ello que otros autores optan por una definición alternativa que contemple esta circunstancia. En tal sentido, Albretch et al. (2012) proponen que una gallina se encuentra en postura cuando produce al menos dos huevos en un período de 10 días consecutivos. En el caso de las reproductoras pesadas comerciales el indicador de madurez sexual refiere, habitualmente, al momento en que el lote alcanza un 5 % de postura (Aviagen, 2018).

Como todo carácter de base cuantitativa, la madurez sexual tiene una base genética y un componente ambiental. Por su parte, la variancia genética puede ser de naturaleza tanto aditiva como no aditiva. Se han identificado múltiples genes relacionados con este carácter con localizaciones diversas en todo el genoma de las aves. Chatterjee et al. (2008) asignaron parte de la base genética a cuatro microsatélites ubicados en los cromosomas 1, 2 y 5. Un estudio de QTL puso en evidencia la presencia de genes ubicados en los cromosomas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 11, 13, 24 y Z (Hays, 1952; Xu et al., 2011; Yuan et al., 2015) con influencia sobre el carácter. Wright et al. (2012) en un análisis de QTL utilizando la F2 de un cruzamiento entre White Leghorn y el gallo rojo de la selva (Red junglefowl) mapearon tres loci independientes asociados con el inicio de la madurez sexual. Goto et al. (2011), a partir de la F2 de un cruzamiento entre gallos de la raza japonesa de aves de riña Oh-Shamo y gallinas White Leghorn detectaron un QTL directamente relacionado con la edad a la puesta del primer huevo en el cromosoma 1 en un sitio cercano, pero no coincidente, al QTL informado para el mismo carácter y sobre el mismo cromosoma por Tuiskula-Haavisto et al. (2004). También identificaron QTLs con efecto epistático sobre la edad a la madurez sexual en los cromosomas 7 y 8.

Entre los indicadores productivos asociados con el inicio de la postura pueden mencionarse la edad y el peso corporal, el peso de los primeros huevos y la regularidad y uniformidad con que cada ave comienza el ciclo. En este sentido, la precocidad en la madurez sexual, acompañada de un tamaño adecuado del huevo y de una puesta regular y uniforme, maximiza la producción potencial de huevos y disminuye los costos por unidad. Dado que la edad a la madurez sexual presenta valores de heredabilidad intermedios (Amira, 2008; Shalan et al., 2012), además de los cambios esperables por selección indirecta si se utiliza como criterio el desarrollo de los ornamentos sexuales antes mencionado, también es posible modificarla por selección directa (Hedaia et al., 2012) con el objetivo de adelantar el inicio de la oviposición y alargar el ciclo total de postura. En este sentido Amira (2008) menciona correlaciones fenotípicas entre -0,32 y -0,49 entre la edad a la madurez sexual y el número de huevos puestos durante 90 días. En el mismo sentido, Goto et al. (2011) estimaron las correlaciones fenotípicas entre la edad a la puesta del primer huevo como indicador de madurez sexual y la producción de huevos en 10 períodos consecutivos de tres meses de duración cada uno, a lo largo del ciclo de postura de gallinas pertenecientes a la F2 del cruzamiento Shamo x White Leghorn antes mencionado. Todas las correlaciones fueron negativas indicando que a mayor edad de inicio de

la postura menor producción de huevos. Las estimaciones correspondientes a los cinco primeros períodos comprendidos entre las 22 y las 42 semanas de edad de las aves si bien presentaron valores decrecientes todas fueron estadísticamente significativas mientras que las cinco restantes, entre las 42 y 62 semanas, fueron no significativas. Atento a que el valor de la heredabilidad es una propiedad de la población más que del carácter en sí mismo, los valores citados en la bibliografía en el caso de la edad a la puesta del primer huevo son muy variables y oscilan entre 0,17 (Dunn et al., 2004); 0,21 (Ashutosh et al., 2018); 0,22 (Hedaia et al., 2012); 0,26 (Kosba, 1978) y 0,20 a 0,56 (Xu et al., 2011, Yuan et al., 2015). En líneas de postura la selección por crecimiento redujo 0,33 días por generación el inicio de la puesta (Wright et al., 2012) evidenciando la relación entre dos de los indicadores -edad y peso corporal- antes enumerados, y dando fundamento a la utilización del peso corporal a las 8 semanas como criterio para mejorar la precocidad por selección indirecta.

El tema de la edad a la cual las pollas inician su vida reproductiva es un carácter de importancia tanto desde el punto de vista evolutivo como desde una perspectiva económica razón por la cual la madurez sexual temprana ha sido un carácter de interés productivo en el pasado (Funk, 1934; Hays, 1952) y lo continúa siendo en la actualidad (Hedaia et al., 2012). Ante el hecho evidente que cuanto más temprano se inicia la producción de huevos mayor será la cantidad obtenida en un ciclo total de duración preestablecida (Amira, 2008; Goto et al., 2011), se han implementado estrategias genéticas no solo de selección artificial sino también de cruzamientos, con el objetivo de obtener aves más precoces (Fernández et al. 2017; Shalan et al., 2012; Wright et al., 2012). En la búsqueda de una mayor eficiencia productiva de la avicultura de puesta, la edad a la madurez sexual disminuyó inicialmente en forma sostenida junto con un aumento en el peso de los huevos (Jackson et al., 1986; McMillan et al., 1990). Como consecuencia de tales estrategias el comienzo de la puesta ha ido adelantándose progresivamente en todo tipo de ponedoras, tendencia que persiste en los últimos años por acción de los seleccionadores. La edad media de las gallinas livianas al alcanzar el 50 % de producción en los dos únicos Concursos de Puesta que quedaban en los Estados Unidos se había reducido en 10 días ya en la década de 1980. Los genetistas consiguieron este cambio mediante la selección de familias que se caracterizaban por una madurez sexual más precoz.

En su condición de proceso biológico complejo en la maduración sexual de las aves, además del patrimonio genético, también participan como factores determinantes la edad, la

curva de crecimiento, el peso, la composición corporal, la sanidad y la posición social. En tal sentido, la madurez sexual no solo depende de la edad y el peso corporal (Brody et al., 1984) de las aves sino también de la composición corporal en términos tanto del contenido de grasa corporal (Bornstein et al., 1984) como del contenido del cuerpo libre de grasa (Soller et al., 1984). En su consideración, además de tomar en cuenta las combinaciones entre ellos, también debe prestarse atención a los umbrales mínimos que deben presentar y, si bien hay consenso que el resultado final implica la interacción entre todos estos factores, poco se conoce sobre la forma precisa en que los mismos se integran para controlar el ritmo de puesta (Spies, 2000). La composición corporal, por ejemplo, puede ser diferente en aves con el mismo peso corporal, lo que afecta el inicio de la maduración sexual, y torna importante el estudio de los aspectos composicionales del crecimiento en término de las proporciones de grasa y tejido magro y del manejo de la restricción a la que deben someterse las reproductoras pesadas (Wilson et al., 1989). Con el paso de los años la composición corporal ha sufrido modificaciones que han llevado a reproductoras más magras con un mayor contenido proteico total, respuesta de importancia en el inicio de madurez sexual (De Beer & Coon, 2007).

En términos hormonales, el comienzo de la postura es consecuencia de una cascada de eventos madurativos que involucran la totalidad del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal. Como se mencionó anteriormente, debido a que el tamaño de la cresta correlaciona positivamente con los niveles de estrógenos -y con la edad al primer huevo-, dicha variable es considerada útil para medir la tasa de maduración sexual.

Con relación a los determinantes genéticos, la implementación de cruzamientos es una de las estrategias a utilizar y se dispone de múltiples ejemplos del uso de hembras híbridas para hacer uso de la heterosis (Canet et al., 2012e, Hartmann 1989) como así también para disminuir los posibles efectos de la depresión por endogamia en poblaciones de tamaño reducido (Canet et al., 2018).

Además de la base genética del carácter, la edad a la cual las gallinas ponen su primer huevo puede ser controlada manipulando el medio ambiente mediante la implementación de programas particulares de luz y alimentación. El estímulo lumínico juega un rol destacado en relación al momento en que se inicia la actividad sexual. Un fotoperíodo decreciente durante la fase de cría y recría produce una demora en la entrada a la madurez sexual. El objetivo del plan

de luz es que las aves en su mayoría inicien la reproducción a una edad adecuada y predecible (North, 1993, Revidatti et al., 2006).

El consumo de alimento y el peso corporal determinan el desarrollo de las funciones ováricas (Hocking, 1993). El peso corporal a la madurez sexual es uno de los principales factores que afecta el desempeño productivo de las hembras durante toda la etapa de postura (Chimezie et al., 2017, Hedaia et al., 2012). Podisi et al. (2011) identificaron en la F2 de un cruzamiento entre una línea de pollos para carne y gallinas White Leghorn un conjunto de QTL para peso corporal a la puesta del primer huevo ubicados en los cromosomas 2, 4, 8, 27 y Z. Cuando incluyeron la edad a la madurez sexual como covariable en el análisis identificaron dos QTL adicionales: uno en el cromosoma 1 y otro en el cromosoma 13, y cuando utilizaron el peso del depósito graso abdominal como covariable identificaron un QTL para peso al primer huevo en el cromosoma 1. La utilización del peso corporal a la madurez sexual como covariable permitió identificar nuevos QTL para edad al inicio de la vida reproductiva en los cromosomas 1, 3, 4, 13 y 27. Todos los QTL mencionados presentaron acción génica aditiva sin evidencia de interacciones epistáticas. Este tipo de estudios remarcen la estrecha interrelación entre los efectos de la edad, el peso y la composición corporal sobre la madurez sexual de las aves.

La importancia del peso corporal y de la edad en relación con la madurez sexual cambia de acuerdo al régimen de alimentación. En las reproductoras pesadas con alimentación a discreción durante la fase previa a la postura, la madurez sexual es un fenómeno edad-dependiente mientras que en aquellas restringidas se transforma en un fenómeno peso-dependiente (Katanbaf et al., 1989). Se ha observado que la presencia de los machos es también un estímulo de naturaleza ambiental que acelera la postura (Widowski et al., 1998). Asociado al peso corporal se presenta la cuestión de la condición corporal de las aves. Las pollas deben llegar a la madurez sexual en condiciones fisiológicas y anatómicas apropiadas para lograr una alta eficiencia productiva. Si no disponen de una condición corporal óptima, utilizarán sus reservas corporales afectando la postura (North, 1993). El peso corporal también adquiere trascendencia por su reconocida asociación positiva con el peso del huevo (Brody et al., 1984; Festing & Nordskog, 1967; Nordskog & Briggs, 1968; Siegel, 1962) y negativa con la eficiencia de conversión en relación con los costos de mantenimiento (Hunton, 1990). El momento en que se alcanza la madurez sexual y, por tanto, el inicio de la puesta, presenta variaciones entre las distintas estirpes, incluso entre líneas genéticas. Así, por ejemplo, las reproductoras

semipesadas ISABROWN® alcanzan un 5 % de puesta a las 23 semanas, mientras que la reproductora pesada ISA® Vedette inicia la puesta a las 24 semanas, una semana antes que los datos presentados en este estudio para Campero Casilda. Las estirpes ligeras inician la puesta más tempranamente. La reproductora LOHMANN® LSL, por ejemplo, inicia la puesta a las 21-22 semanas. Es preciso que la relación morfología-fisiología del ave haya alcanzado un nivel adecuado antes del inicio de la postura. Si dicho inicio tiene lugar en forma excesivamente temprana, los huevos iniciales serán demasiado pequeños y, en el caso de aves reproductoras, tendrán un bajo índice de incubabilidad, dando un pollito poco viable. Al contrario, un retraso excesivo en la madurez supondrá una disminución del número de huevos por ave, para un período fijo de producción (Callejo Ramos, 2016).

Los indicadores de caracteres productivos evaluados en la madurez sexual tienen repercusión en el marco del ciclo completo. Su determinación presenta menor trascendencia en aves doble propósito, en las que la incompatibilidad crecimiento-reproducción representa un costo a pagar frente a la decisión de aunar en la misma población ambas producciones, pese a lo cual se los debe registrar a fin de prevenir su deterioro y la consiguiente depresión por endogamia asociada a la utilización de poblaciones de tamaño reducido (Bonino y Canet, 1999; Canet et al. 2012d).

La edad a la madurez sexual está negativamente correlacionada con varios caracteres de interés productivo como es el caso de la producción total de huevos, la masa de huevos, la persistencia de la postura (Amira, 2008; Ashutosh et al., 2018; Chimezie et al., 2017; Hays, 1952; Hedaia et al., 2012; Renden & Marple, 1985; Widowski et al., 1998; Wright et al., 2012; Xu et al., 2011) y el peso corporal a las 4 y 8 semanas de vida, y de manera positiva con el peso tanto del primero como de los 10 primeros huevos (Ashutosh et al., 2018). Los resultados confirman la relación directa entre el peso corporal y la precocidad e inversa entre el peso corporal -y por ende la precocidad- y la regularidad en el inicio de la postura y muestran efectos diferenciales del genotipo Campero Casilda que se expresan aún en un ambiente nutricional homogéneo y con diferentes pesos corporales entre las aves que componen esta subpoblación. Las gallinas más precoces de este genotipo iniciaron la postura con menor uniformidad en el peso de sus huevos. A su vez, y bajo un régimen de restricción alimenticia, las gallinas del cruzamiento de tres vías mostraron el comportamiento esperable de una ponedora pesada en tanto fueron menos precoces y alcanzaron la madurez sexual con un peso corporal promedio

mayor que el de los genotipos semipesados evaluados en forma contemporánea. Los tres genotipos -Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red- mostraron en el inicio del ciclo productivo similares valores tanto de regularidad en la postura como de uniformidad en el peso de los huevos, hecho que sugiere un correcto manejo de la restricción alimenticia en Campero Casilda durante la cría y recría. Al segregar las aves por su peso corporal a la madurez sexual los grupos resultantes presentaron diferencias en los patrones dinámicos del peso del huevo pero manteniendo siempre la relación de mayor peso corporal y mayor peso teórico del huevo durante todo el ciclo productivo. Estos resultados coinciden con antecedentes del grupo de trabajo según los cuales cruzamientos con mayor proporción de genes de la raza Cornish blanco presentaron mayor peso corporal a la madurez sexual, mayor peso del primero y de los 10 primeros huevos y menor regularidad en el inicio de la postura (Canet et al., 2007a; Canet et al., 2008a; Canet et al., 2012d). La misma respuesta se observó por parte de cruzamientos entre poblaciones de aves camperas frente a los genotipos de referencia en postura, Negra INTA y Rubia INTA (Canet et al., 2014), como así también al comparar diferentes poblaciones de aves camperas entre sí (Fernández et al., 2017; Canet et al., 2018-2019). En todos los casos, los cruzamientos entre las poblaciones de gallinas camperas mejoraron los indicadores y la edad a la madurez sexual frente a las poblaciones progenitoras (Canet et al., 2018).

La comparación univariada de los tres grupos genéticos mostró la menor precocidad de Campero Casilda frente a los dos genotipos semipesados, que no se diferenciaron entre sí. La menor precocidad de Campero Casilda, hecho asociado a su condición de reproductora pesada, en tanto presentó valores similares a los informados para reproductoras comerciales (Aviagen, 2018), es coincidente con lo informado por Juárez y Ochoa (1995) para gallinas criollas de cuello desnudo. Su edad promedio a la puesta del primer huevo fue mayor a los 165 días informados para el híbrido simple (ES x A) utilizado como genotipo materno en su constitución (Canet et al., 2018). Los valores observados en Negra INTA y Rhode Island Red, por su parte, fueron coincidentes con los publicados por Segura Correa et al. (2007) para gallinas criollas en Yucatán, similares al límite inferior del rango de 159 a 167 días informados para cinco sintéticas maternas con diferentes aportes de genes Rhode Island Red y Cornish Colorado (Canet et al., 2018/19) y, como aves semipesadas, superiores a los de ponedoras comerciales livianas (HyLine, 2016). En consonancia con su mayor edad al inicio de la postura Campero Casilda presentó también mayor peso corporal a la puesta del primer huevo y mayor peso de ese primer huevo, dos caracteres correlacionados en forma positiva. Yi et al. (2014), en un análisis genético

del patrón dinámico del peso del huevo en dos genotipos de gallinas ponedoras, observaron una alta variabilidad en el peso del primer huevo en comparación con el peso registrado en edades posteriores juntamente con una heredabilidad moderada, con valores entre 0,20 y 0,33. Esta evidencia alerta acerca de la utilidad del carácter como rasgo para diferenciar genotipos. Al considerar el peso de los diez primeros huevos como un estimador más fiable del carácter que el peso individual del primer huevo, Campero Casilda mostró, en promedio, un posicionamiento intermedio al de los otros dos grupos sin diferenciarse de ninguno de ellos, los que, por su parte, se diferenciaron entre sí correspondiendo mayor valor a la ponedora autosexante Negra INTA. El grupo genético de pertenencia no afectó ni la regularidad en el inicio de la postura ni la uniformidad en el peso de los primeros huevos dos caracteres que evidenciaron una marcada dispersión particularmente en Campero Casilda y Rhode Island Red. El mayor peso corporal de Campero Casilda no se tradujo en diferencias significativas con los dos grupos restantes en el peso promedio de los 10 primeros huevos.

Si bien el análisis univariado mencionado resultó de utilidad para comparar los valores de los diferentes indicadores relevados en Campero Casilda con los de Negra INTA y Rhode Island Red, el enfoque multivariado, al tomar en consideración a todos los indicadores en forma conjunta, permitió disponer de una visión integral de dicha comparación entre las poblaciones, a la vez que caracterizar la estructura de la variabilidad intrapoblacional para dichos caracteres en Campero Casilda.

Como se expresó anteriormente para los caracteres morfométricos, la aplicación de la técnica multivariada de componentes principales a datos biológicos permite clasificar la variación fenotípica total en sistemas independientes de caracteres correlacionados (Di Masso et al., 2010). Frente a lo observado al considerar por separado a cada indicador registrado a la madurez sexual, la primera componente principal explicó el 41 % de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma negativa con la edad y el peso corporal a la puesta del primer huevo y el peso del primero y de los diez primeros huevos; en forma positiva con el coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos y no mostró asociación con el número de días requerido para poner los diez primeros huevos. Estas asociaciones ponen en evidencia que a mayor valor de esta componente corresponden aves más precoces y livianas que ponen tanto el primero como los 10 primeros huevos también más livianos y con mayor dispersión en el peso de los mismos. Esta componente se consideró un indicador de precocidad en tanto incluyó el

65 % de la variancia atribuible a la edad a la madurez sexual. La segunda componente principal explicó el 19 % de la variancia fenotípica total y se correlacionó en forma positiva con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y, en menor grado, con el coeficiente de variación en peso de los 10 primeros huevos. La misma se consideró un indicador de regularidad por incluir el 68 % de la variancia atribuible al número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos. A mayor valor de la componente, menor regularidad en el inicio de la postura y menor uniformidad en el peso de los 10 primeros huevos.

Con base en estas dos componentes se observó que Rhode Island Red presentó los mayores valores de la primera: aves más precoces (menor edad a la madurez sexual), de menor peso corporal, que ponen un primer huevo más liviano, con un peso promedio de los 10 primeros huevos también menor y con mayor dispersión; Negra INTA valores intermedios y Campero Casilda el menor valor promedio: aves menos precoces (mayor edad a la madurez sexual), de mayor peso corporal, que ponen un primer huevo más pesado, con un peso promedio de los 10 primeros huevos también mayor y con menor dispersión. Con respecto a la segunda componente, Campero Casilda presentó el mayor valor: mayor número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y mayor coeficiente de variación en el peso de los mismos y, si bien Negra INTA y Rhode Island Red no difirieron significativamente en los valores promedio, la ponedora autosexante tendió a requerir un menor número de días para poner los 10 primeros huevos los que presentaron un menor coeficiente de variación (mayor uniformidad).

En resumen, el enfoque univariado, si bien orientativo, presenta como limitante la visión fragmentada de un evento complejo como es el inicio de la etapa productiva del ciclo. El enfoque multivariado, como herramienta de análisis conjunto, permitió ubicar a las aves pesadas y semipesadas en dos agrupamientos diferentes. El grupo de aves Campero Casilda incluyó a las menos precoces, de mayor peso tanto corporal como del primero y de los 10 primeros huevos, con un inicio de postura menos regular en tanto requieren un mayor número de días para poner los primeros 10 huevos, a la vez que menos uniforme dado que presentan mayor coeficiente de variación para el peso de los 10 primeros huevos. Este grupo mostró una evidente dispersión atribuible a su condición de cruzamiento de tres vías en tanto, el progenitor materno al ser un híbrido entre dos sintéticas presenta segregación genética. El otro grupo incluyó a Negra INTA y Rhode Island Red, aves más precoces en tanto rompieron postura con menor edad, de menor peso corporal acompañado de un menor peso tanto del primero como de

los 10 primeros huevos pero con un inicio de postura más regular por requerir un menor número de días para poner los primeros 10 huevos y, a la vez, más uniforme en tanto esos 10 primeros huevos presentaron menor coeficiente de variación. Prácticamente la totalidad de las gallinas Negra INTA presentaron valores negativos de la segunda componente, es decir mayor regularidad y uniformidad de postura al inicio de la actividad productiva, comportamiento atribuible a su condición de ponedora autosexante derivada de un cruzamiento interracial con potencial respuesta heterótica sobre estos dos indicadores de variables reproductivas. De igual modo, prácticamente la totalidad de las gallinas Rhode Island Red presentaron valores positivos de la primera componente, en coincidencia con el hecho de ser las aves de menor peso que iniciaron su postura tempranamente y con huevos de menor peso y desuniformes en tamaño hecho posiblemente asociado a que se trata de una población cerrada, mantenida con bajo tamaño efectivo y, en consecuencia, susceptible de expresar depresión por endogamia.

En relación con la consideración de Campero Casilda como población fundacional de una sintética doble propósito, la evaluación del comportamiento dinámico del peso del huevo cuando se discriminó a las hembras por cada uno de los indicadores productivos a la madurez sexual evaluados en este trabajo, puso de manifiesto que la selección temprana de aquellas aves que inicien su postura con mayor edad y peso corporal, en forma regular y con huevos más pesados y uniformes, estaría acompañada de un patrón dinámico del peso del huevo acorde con lo esperado para una gallina ponedora.

La caracterización de la variabilidad intrapoblacional de los caracteres a la madurez sexual en Campero Casilda permitió transparentar la estructura compleja que subyace a las relaciones entre los diferentes caracteres productivos vinculados con el inicio de la actividad reproductiva, no evidenciable con el enfoque univariado. La inspección de los valores de los coeficientes de determinación correspondientes a dichos caracteres, en cada una de las seis componentes principales, puso en evidencia una primera diferencia y, por ende, cierto grado de independencia: (a) por un lado, entre la edad y las variables que involucran pesos, ya sea el peso corporal o el peso del huevo, con un aporte proporcionalmente mayor en la primera componente; (b) la regularidad en el inicio de la postura con una mayor presencia en la segunda componente y (c) la uniformidad inicial en el peso de los huevos con predominio en la cuarta componente. La regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura presentaron también fuentes de variancia contrapuestas. La segunda componente se asoció con signo positivo tanto

con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos como con el coeficiente de variación del peso de los mismos. Es decir que las gallinas Campero Casilda menos regulares en el inicio de la postura fueron también las que pusieron huevos con menor uniformidad en tamaño. La cuarta componente, por el contrario, se asoció con signo negativo con el número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos y con signo positivo con el coeficiente de variación del peso de dichos huevos. En este caso, las aves más regulares en el inicio de la postura pusieron huevos menos uniformes en peso. Ello guarda relación con el hecho que la variancia explicada por la segunda componente no estuvo vinculada al peso corporal de las aves, pero si en forma directa al peso del huevo e inversa a la edad a la madurez sexual. En este sentido, las aves más precoces pondrían huevos de mayor peso, pero lo harían en forma irregular y desuniforme. La cuarta componente, en cambio, no se asoció en forma significativa ni con la edad ni con el peso, tanto corporal como del huevo. Esta fuente de variancia caracterizaría a aquellas aves que, si bien tardaron menos tiempo en poner sus diez primeros huevos, dicha regularidad se asoció con una mayor dispersión en sus tamaños. La edad y el peso corporal a la madurez sexual contribuyeron principalmente a las componentes 1, 3 y 4. Tanto en la primera como en la tercera se observó coincidencia en los signos de la correlación, negativos en el primer caso y positivos en el segundo, asociando la precocidad con un menor peso corporal. Se trataría de aves en las que la madurez sexual es edad-dependiente más que peso-dependiente en oposición a la propuesta de Katanbaf et al. (1989) según la cual, la madurez sexual es un fenómeno peso-dependiente en las reproductoras pesadas con alimentación restringida durante la fase prepostura. En la quinta componente, en cambio, los signos difieren, indicando que a menor precocidad mayor peso corporal. Esta última componente, si bien cuantitativamente menos trascendente dado que explicó tan solo el 8 % de la variancia total, identificaría a aquellas aves que rompen postura tardíamente y, por ende, lo hacen con mayor peso. Probablemente, en ellas, la madurez sexual se comporta más como un fenómeno peso-dependiente que edad-dependiente. Las dos primeras componentes explicaron el 56 % de la variancia fenotípica total y su consideración conjunta permitió categorizar a las aves Campero Casilda en cuatro grupos según el cuadrante que ocupaban en el plano cartesiano definido por dichas componentes. Si bien la distribución de las aves fue homogénea en los cuatro cuadrantes, dadas las asociaciones de las componentes con los caracteres que las definen, era de esperar que aquellas ubicadas en el Cuadrante III, que combinan valores negativos de ambas, si bien menos precoces rompieran postura con mayor peso corporal y dieran comienzo a la etapa productiva en forma más regular,

con huevos uniformes de mayor peso, una conjunción de caracteres deseable para el inicio del ciclo. A diferencia de los híbridos utilizados en la avicultura industrial, Campero Casilda está pensada como ave doble propósito. En este sentido y tomando en cuenta sólo los caracteres a la madurez sexual, aquellas hembras ubicadas en el Cuadrante III producto de la consideración conjunta de las dos primeras componentes, se presentarían como las más adecuadas para tal finalidad.

Otro de los aspectos incluidos en la caracterización de la población Campero Casilda fue el patrón dinámico del peso corporal. El crecimiento es una propiedad fundamental de los sistemas biológicos y puede ser definido como el incremento en el tamaño corporal por unidad de tiempo (Tompic et al., 2011). Esta definición pone foco en aspectos dimensionales y nada dice, por ejemplo, acerca de la composición calórica de esa ganancia de peso. Hecha esta aclaración, el criterio más utilizado para evaluar este aspecto particular del crecimiento es, sin duda, el registro del peso corporal.

Desde un punto de vista dimensional, el crecimiento animal puede ser descrito por medio de modelos matemáticos que predicen el comportamiento del peso vivo en función de la edad. El empleo de estos modelos permite, a partir de registros parciales, efectuar predicciones relativas al peso adulto o el grado de madurez de utilidad para la toma de decisiones productivas sin necesidad de esperar que los animales alcancen el peso adulto (Agudelo Gómez et al., 2016). Su utilidad se vincula también con la estimación de los requerimientos nutricionales en diferentes etapas, para disponer de información sobre el estado sanitario de los lotes con base en la discrepancia entre los valores esperados de acuerdo con las guías de manejo de las respectivas compañías comerciales y los valores observados, para determinar la edad a la faena en las aves de carne sacrificadas a un peso vivo objetivo, como así también para evaluar el resultado de programas de selección (Afrouziyeh et al., 2021; Osei-Amponsah et al., 2011; Tompic et al., 2011; Rizzi Contiero & Cassandro, 2013) e identificar interacciones genotipo-ambiente (Osei-Amponsah et al., 2011).

Las funciones más utilizadas para modelizar el crecimiento dimensional son las ecuaciones a tres parámetros propuestas por Gompertz en 1825 y por Brody en 1945 entre otras (Agudelo Gómez et al., 2016; Nahashon et al., 2006; Osei-Amponsah et al., 2011; Tompic et al., 2011; Rizzi Contiero & Cassandro, 2013), ambas casos particulares del modelo a cuatro parámetros de Richards (Richards, 1959). La utilización de la función de Gompertz se basa en

que el crecimiento de las gallinas, al igual que el de muchas otras especies, puede ser modelizado con una función sigmoidea (Tompic et al., 2011). Cuando estas funciones se expresan gráficamente se eliminan las fluctuaciones irregulares en el peso causadas por efectos ambientales aleatorios (Nahashon et al., 2006). Los parámetros que definen la curva de crecimiento son hereditarios, se han identificado diversos QTL significativos para peso corporal como así también efectos heteróticos en cruza de razas puras lo que permite determinar una base genética aditiva del carácter por un lado (Baitsi et al., 2013; Siegel, 1999, Wahlberg et al., 2009) y una no aditiva, por otro (Rizzi et al., 2013).

En el caso de las aves doble propósito el tema del peso corporal adquiere trascendencia en tanto entran en conflicto intereses contrapuestos relacionados con la postura y la producción de carne. En el caso de las ponedoras, una vez que alcanzan la madurez sexual e inician la etapa productiva del ciclo, todas las decisiones de manejo se centran en maximizar la producción de huevos para consumo. Cuando de reproductoras se trata, el objetivo es maximizar la producción de huevos incubables. En las aves destinadas a la producción de carne se pretende que maximicen tanto la velocidad de crecimiento como la eficiencia para convertir el alimento en carne comestible (Piquer, 2001). La alta intensidad de selección aplicada con el fin de aumentar el peso corporal en el caso de estas últimas afectó la forma de la curva de crecimiento tanto de los progenitores como de la progenie y, en el caso de los primeros, obligó a desarrollar estrategias de restricción para limitar el consumo y deterioró su desempeño reproductivo.

El comportamiento dinámico del peso corporal muestra que en el inicio del crecimiento, la ganancia de peso es mayor que en la edad adulta, dando lugar a una curva de evolución cóncava hacia arriba. A medida que el individuo se desarrolla se presenta un punto de inflexión que corresponde con la máxima velocidad de crecimiento a partir del cual el crecimiento se torna más lento lo que origina un cambio en la curvatura. Esta tendencia continúa hasta que cesa el crecimiento y el peso del individuo se estabiliza, hecho que se corresponde matemáticamente con la asíntota superior del modelo (Agudelo Gómez et al., 2016; Rizzi et al., 2013). Poder predecir el crecimiento futuro y el punto de inflexión que marca el tiempo de máximo crecimiento exponencial constituye un factor importante vinculado con la rentabilidad de las empresas avícolas dedicadas a la producción de carne (Darmani Kuhl et al., 2010).

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 (Agudelo Gómez et al., 2016; Pletsch et al., 2009). Además del peso corporal y su uniformidad al inicio de la postura, el patrón de crecimiento en la fase creciente previa 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 et al., 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. Si en esta etapa del ciclo 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 simultáneamente limite el peso corporal pero asegure un correcto aporte de proteína y energía en un momento clave del desarrollo para no comprometer la producción futura. La eficiencia de una reproductora depende de su genética y de los factores ambientales de su entorno. Para llegar al máximo desarrollo reproductivo es necesario tener en cuenta los factores que influyen la madurez sexual, ovulación, fertilización, formación del huevo y oviposición. La nutrición de las reproductoras pesadas necesita de un constante monitoreo ya que influye fuertemente en la producción de huevos incubables y tiene efecto directo en la calidad de los pollitos de un día y, por consiguiente, en el desempeño y la uniformidad final de los lotes de pollos de engorde. En el caso de las reproductoras pesadas, el peso corporal, la uniformidad y la madurez sexual son puntos críticos a atender en su manejo. De ocurrir una ingesta excesiva de nutrientes, las aves presentarán una ganancia también excesiva de peso y un mayor número de superovulaciones, lo que llevará a mortandad elevada en virtud de posturas abdominales y peritonitis (Carreon, 2018). 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. (2012c) 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, un aspecto ampliamente discutido por Fernández (2022).

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 debe tomar 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. Si bien con patrones de crecimiento diferentes, las aves Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red llegaron a las 22 semanas, edad próxima al inicio de la vida reproductivo-productiva, sin diferencias significativas en sus pesos corporales promedio, unos 400 gramos menores que lo esperado para reproductoras pesadas comerciales a esa misma edad (Tompic et al., 2011), lo que pone en evidencia la efectividad del manejo de restricción implementado con el genotipo pesado en la etapa prepostura.

La evidencia empírica mostró que el modelo de restricción impuesto a las aves Campero Casilda las mantuvo 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 superaron el punto de inflexión e ingresaron en la fase de desaceleración hacia su peso asintótico. Ello implica que la restricción retrasó la maduración de las aves pesadas, expresada en términos de la proporción del peso adulto alcanzada a una edad determinada, en tanto no permitió que las mismas superaran la etapa de transición entre un patrón exponencial creciente y un patrón exponencial asintótico. Los dos grupos de aves semipesadas, en cambio, superaron dicho punto crítico y, antes de comenzar la postura ya se encontraban 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. En tal sentido, Podisi et al. (2011) observaron el traslape de QTL para tasa de crecimiento temprano y peso y edad a la madurez sexual.

Durante la etapa de postura el comportamiento de los genotipos no pudo ser resumido en una única función común para todos ellos. Campero Casilda, aún mantenido en ambiente restringido, mostró mayor peso corporal a lo largo de todo el lapso evaluado con un comportamiento acorde a la curva de pesos esperada de acuerdo al esquema de restricción. Los dos grupos de aves semipesadas se mantuvieron con consumo a voluntad por lo que las diferencias en peso corporal favorables a Negra INTA pueden considerarse de naturaleza genética, posiblemente asociadas a su condición de híbrido simple frente a la condición ya comentada de población cerrada y con bajo tamaño efectivo de Rhode Island Red. Las diferencias mencionadas son relevantes en término de costo energético de mantenimiento y de la relación entre el peso corporal y el peso del huevo informado en gallinas ponedoras (Du Plessis & Erasmus, 2007).

Al modelizar el ciclo completo, la comparación entre los patrones dinámicos de crecimiento dimensional de Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, confirmó la habitual asociación negativa entre peso asintótico y tasa de maduración para el carácter (Nahashon et al., 2006; Osei-Amponsah et al., 2011; Taylor, 1965; Tompić et al., 2011). En tal sentido, Campero Casilda, con alimentación restringida, presentó mayor peso corporal asintótico y menor velocidad para alcanzarlo (menor tasa de maduración para peso corporal). Las aves Rhode Island Red, en el otro extremo, presentaron el menor peso corporal asintótico

y la mayor tasa de maduración para el carácter, correspondiendo a Negra INTA valores intermedios de ambos estimadores.

El comportamiento dinámico del peso corporal resultó independiente de la variabilidad observada en precocidad sexual. Al discriminar a las aves Campero Casilda en cuatro categorías en función de su edad a la puesta del primer huevo, independientemente de la categoría de pertenencia, todas crecieron hacia pesos asintóticos similares y lo hicieron con similar velocidad. Al contrario de lo descrito en el caso de la edad, las diferencias en peso corporal a la madurez sexual se asociaron con diferencias en el patrón global de crecimiento vinculadas principalmente con el peso maduro. La discriminación por peso se tradujo en una diferencia promedio de 630 g en el peso corporal asintótico, entre las aves más y menos pesadas a la puesta del primer huevo en coincidencia con las correlaciones positivas entre los registros del peso corporal del mismo individuo en diferentes edades.

Pese a la relación existente entre el tamaño de la cresta y la inversión a nivel reproductivo y esquelético, las diferencias de tamaño en este ornamento sexual no estarían relacionadas con modificaciones del patrón dinámico de crecimiento de Campero Casilda ya que, al discriminar estas aves por el desarrollo de sus ornamentos sexuales a las 30 semanas de edad, las trayectorias de las curvas teóricas de crecimiento se mostraron coincidentes a lo largo de todo el ciclo.

En comparación con los dos genotipos comerciales de reproductoras pesadas tomados como referencia (Cobb 500® y Ross 308®), las aves Campero Casilda presentaron un patrón de crecimiento caracterizado por un menor peso asintótico y una menor tasa de maduración o velocidad de aproximación a dicho peso, contrariamente a lo esperado, dada la asociación negativa antes mencionada entre el tamaño asintótico y la velocidad para alcanzarlo. Su menor peso corporal representaría una ventaja porque, dada la asociación positiva entre peso y consumo, estaría asociado a un menor costo de la alimentación.

Otros dos aspectos de interés vinculados con las particularidades de la dinámica de modificación del peso corporal durante el ciclo productivo son la madurez y la uniformidad del carácter. Con referencia a ambas cuestiones (Costa, 1981), menciona que los lotes desuniformes en peso por lo general no presentan altos picos de producción de huevos debido a los diferentes grados de madurez alcanzados por las gallinas individuales. El bajo pico de producción de

huevos en los lotes no uniformes puede atribuirse, al menos parcialmente, a la variabilidad en la maduración sexual de sus integrantes. Esta variabilidad se traduce en un retraso en el inicio de la producción de las gallinas más livianas (Robinson y Robinson, 1991) y un adelanto de dicho inicio en aquellas más pesadas (Yuan et al., 1994). A medida que las reproductoras pesadas crecen en un ambiente restringido con asignación de alimento constante, como en el caso de las aves Campero Casilda, el aporte de nutrientes en relación al peso corporal del ave disminuye al igual que la tasa de crecimiento diario. Este manejo produce un retraso en la madurez y puede ser causa de desuniformidad del lote.

En lo que a la madurez se refiere, los tres grupos presentaron diferencias en el patrón temporal de modificación de esta variable derivada definida como la proporción del tamaño maduro o peso asintótico alcanzado en una edad o momento dado de su vida. Al finalizar a los 35 días de edad la etapa común de cría a piso con alimentación a discreción, Campero Casilda presentó una madurez del 25,6 % valor indicativo que en ese momento ya había recorrido la cuarta parte del camino a su peso maduro, mientras que las dos poblaciones de aves semipesadas presentaron valores menores y similares de 18,6 % y 18,1 %, respectivamente. La restricción alimenticia aplicada a las aves Campero Casilda a partir de ese momento redujo su tasa de crecimiento durante la recría mostrando a las 22 semanas de edad menor madurez para peso corporal que Negra INTA y Rhode Island Red con valores de 62 % en comparación con el 84,0 % y el 88 % de las aves semipesadas. A esa edad y con esos valores de madurez iniciaron su postura Negra INTA y Rhode Island Red mientras que las aves Campero Casilda rompieron postura, en promedio, cuatro semanas más tarde con una madurez del 79%. Por último Negra INTA y Rhode Island Red alcanzaron su peso maduro antes de la finalización del ciclo de postura, a las 52 y 50 semanas, respectivamente mientras que Campero Casilda presentó una madurez del 98,8% a las 72 semanas de edad. En coincidencia con lo postulado por Costa (1981) la información generada indica que la restricción impuesta a las aves pesadas para contrarrestar mediante una estrategia de control ambiental la incompatibilidad genética entre peso corporal y reproducción, redujo su madurez y retrasó el momento de inicio de la oviposición. Las aves semipesadas finalizaron su crecimiento cinco meses antes del final del ciclo de postura de manera tal que el alimento ingerido a partir de ese momento por encima de mantenimiento estuvo destinado a la producción de huevos mientras que, en el caso de Campero Casilda, los nutrientes aportados con la dieta se debieron particionar entre mantenimiento,

crecimiento -aumento de peso, principalmente deposición de grasa- y producción de huevos con el consiguiente impacto sobre la relación de conversión.

En relación con la uniformidad en peso corporal, se trata de un carácter asociado con la variación en los pesos de las aves integrantes de un lote en un momento dado que puede evaluarse a partir del cálculo de diferentes indicadores. Habitualmente, se la define como el porcentaje de gallinas incluido dentro del intervalo definido por $\pm 10 \%$ o $\pm 15 \%$ del peso corporal promedio (Abbas et al., 2010; Castelló Llobet et al. 1989; Hudson et al. 2001). Otro indicador ampliamente difundido es la denominada uniformidad interna que toma en consideración el valor del coeficiente de variación para peso corporal (Toudic, 2009).

En caso de utilizar el coeficiente de uniformidad basado en la proporción de aves incluidas en un determinado intervalo, el objetivo del productor es que dicha proporción alcance valores del 80 %, pudiendo el 20 % restante alejarse en mayor o menor medida de los límites inferior y superior del intervalo mencionado. El coeficiente de variación, por su parte, considera la totalidad de los animales del grupo al relativizar el valor del desvío estándar fenotípico, una medida promedio de la variabilidad, por la media aritmética del peso corporal del lote en cuestión. Las guías de manejo de reproductoras pesadas incluyen tablas que relacionan ambos tipos de indicadores (Aviagen, 2018; Cobb Vantres, 2016). La guía de manejo de reproductoras Cobb®, por ejemplo, asocia un valor del coeficiente de uniformidad del 10 % de 78,8 a un coeficiente de variación en peso corporal del 8 %.

La uniformidad del lote es un carácter a controlar dada su implicancia en el manejo general de las poblaciones productivas. Por tal razón, el logro de una elevada uniformidad en peso corporal representa uno de los principales objetivos a alcanzar durante el período de cría y recría de las reproductoras pesadas (Romero et al., 2009). Por lo general se acepta que una buena uniformidad del lote reduce la variabilidad tanto en la edad a la madurez sexual como en el peso del huevo debido a que el peso corporal es uno de los principales determinantes de ambos caracteres (Hocking, 2004). La uniformidad en peso corporal de los lotes de aves a la madurez sexual se traduce en curvas de producción de huevos con mayores picos, mayor velocidad para alcanzarlo y mayor persistencia en la postura luego del mismo. Sin embargo, la relación peso corporal-reproducción dista de ser simple en las ponedoras pesadas con asignación limitada de nutrientes porque la composición corporal desempeña un papel importante en el proceso de maduración sexual de las mismas (Romero et al., 2009).

Si bien el control de la uniformidad tiene mayor trascendencia en el modelo productivo propio de la avicultura intensiva que en aquellos vinculados con propuestas alternativas, es un carácter que debe ser tenido en cuenta también en este último tipo de sistemas. El cálculo del área bajo la curva resultante de graficar el valor del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica de las aves puso en evidencia la menor uniformidad de Negra INTA a lo largo de todo el ciclo evaluado, sin diferencias entre Campero Casilda y Rhode Island Red. Este enfoque de análisis descriptivo posibilitó, adicionalmente, comparar otras particularidades del comportamiento de los diferentes grupos genéticos tales como la edad del lote en el momento de máxima uniformidad y el valor de dicho máximo. En este sentido, las dos poblaciones de aves semipesadas alcanzaron el pico de uniformidad cinco semanas antes que Campero Casilda y este último genotipo presentó entre un 7 %, en el caso de Rhode Island Red y un 10 % en el caso de Negra INTA, más de uniformidad en dicho punto. La utilización del coeficiente del 15 %, un criterio menos exigente dado el tipo de sistema productivo, con genotipos menos seleccionados mantenidos con menor control ambiental, mostró resultados similares, con menor uniformidad del lote de la ponedora autosexante y similar comportamiento de los otros dos grupos. En este caso Campero Casilda y Negra INTA presentaron el pico de uniformidad a una edad temprana próxima al momento o de alojamiento de jaula, mientras que en Rhode Island Red se constató su retraso hasta el final de la recría.

Con relación a la dinámica de la postura, en la gallina, la curva típica de producción de huevos presenta una etapa de aumento rápido durante las primeras ocho o nueve semanas posteriores a la madurez sexual, alcanza un valor máximo en el cual se mantiene más o menos constante durante un lapso variable para, finalmente, decrecer lentamente en su etapa final. En consecuencia, resulta posible distinguir tres fases: la primera, con pendiente positiva, comprende desde la puesta del primer huevo hasta que el lote alcanza el pico de postura, la segunda está representada por el pico en sí mismo y la tercera, de pendiente negativa, se extiende desde el pico hasta el fin del ciclo y representa la etapa de persistencia (Advínculo et al. 2016b; Fialho & Ledur 1997; Grossman et al., 2000; Savegnago et al. 2012). Este modelo presenta variaciones en cuanto a la duración de las diferentes etapas pero no respecto de su forma global. En cada caso particular, la caracterización de dicho comportamiento adquiere relevancia en tanto la puesta en marcha del proceso de producción de huevos demanda varios meses y su dinámica varía en función de la edad a la cual las aves inician postura, la edad a la cual alcanzan el pico de producción, el porcentaje de postura logrado en el pico y en las

diferentes edades previas y posteriores al mismo y la persistencia de la postura desde el pico hasta la finalización del ciclo (Farzin et al., 2010).

La producción de huevos es un carácter longitudinal, motivo por el cual los programas de evaluación de los genotipos maternos empleados para la obtención de huevos fértiles incluyen el análisis dinámico, que da cuenta de la producción como proceso, pero también, en forma simultánea, datos integrados que resumen los valores haciéndolos comparables y de interpretación relativamente simple (Ali et al., 2003). Esto implica que la variable producción de huevos puede desagregarse en una serie de indicadores – número total de huevos/ave en el ciclo, número de huevos a edades determinadas, duración de la persistencia en postura, edad de presentación del pico de producción y valor del mismo- que contribuyen con la evaluación productiva y con una mejor caracterización de la población en estudio (Luo et al., 2007).

La posibilidad de predecir la producción de huevos resulta de importancia en los sistemas productivos en tanto su objetivo final es maximizar el valor de dicha producción. A tal fin, al igual que lo mencionado en el caso del crecimiento, se han desarrollado diversos modelos matemáticos que representan herramientas valiosas. El uso de modelos matemáticos en producción animal posibilitó a los investigadores describir y comprender los procesos biológicos involucrados y evaluar los efectos de la manipulación de las entradas de los sistemas sobre diversas variables respuesta de salida. En la gallina, el propósito de modelizar la curva de producción de huevos es presentar un panorama más detallado del ciclo de producción de huevos y describir cada una de las fases de la curva y su duración (Fialho y Ledur, 1997).

Entre las opciones disponibles, los modelos no lineales han sido ampliamente utilizados para ajustar las curvas de postura (Narinc et al., 2014). La mayoría de dichos modelos presentan parámetros con significado biológico que permiten resumir en unos pocos valores el comportamiento de la curva en toda su trayectoria. En el caso de las aves reproductoras, el uso de modelos matemáticos para el ajuste de las curvas de postura permite caracterizar a las poblaciones maternas del producto comercial y hacer predicciones acerca de su comportamiento (Adams & Bell, 1980). Asimismo, estas predicciones son de utilidad en el marco del mejoramiento genético en tanto aquellas basadas en registros parciales posibilitan la selección temprana de las aves (Brindya et al., 2010) obviando la necesidad de prolongar el período de control.

La aplicación de la función no lineal de Nelder a los datos relevados en Campero Casilda puso en evidencia que las hembras de este genotipo presentan el comportamiento típico de este tipo de aves, mostrando la curva resultante un muy buen ajuste. Advínculo et al. (2016b), utilizando la misma función, compararon las curvas de postura de dos grupos de gallinas reproductoras camperas: la sintética E y las híbridas simples (ES x A) e informaron diferencias en las trayectorias a favor del segundo grupo con un mayor valor en el pico de postura y menor decaimiento en la etapa de persistencia. Esta respuesta, como se argumentó en otras situaciones similares, puede atribuirse a los efectos heteróticos presentes en el cruzamiento simple frente a la depresión endogámica de una población sintética mantenida con bajo tamaño efectivo. En el caso de Campero Casilda se observó un pico de postura de 88,3 % alcanzado casi a las 10 semanas de postura. Estos resultados son similares a los del cruzamiento simple (ES x A) descrito por Advínculo et al. (2016b) con la particularidad que el híbrido (ES x A) es el genotipo materno de Campero Casilda. Ambos genotipos -el cruzamiento simple y el cruzamiento de tres vías- mostraron idénticas tasas de decaimiento de la postura durante la fase de persistencia.

Savegnago et al. (2012) utilizaron modelos no lineales para comparar las curvas de producción de huevos durante 54 semanas de postura de dos líneas de gallinas Leghorn, seleccionadas y no seleccionadas para postura y determinaron trayectorias diferentes entre ambos grupos. Esta respuesta les permitió concluir que la presión de selección aplicada había sido efectiva para modificar la producción de huevos, aumentando el pico y la persistencia de la postura en las aves seleccionadas. Además concluyeron acerca de la utilidad que el ajuste de estos modelos matemáticos para producción de huevos presenta como herramientas para predecir el desempeño económico del lote en postura.

Para comparar el desempeño de Campero Casilda con otros genotipos se utilizó un procedimiento bietápico. Este enfoque presenta sustento teórico en evidencia derivada de trabajos a nivel molecular que informan de la existencia de diferentes QTL asociados con la producción de huevos en la fase inicial (Abasht et al., 2009; Goto et al., 2011; Hansen et al., 2005) y en la etapa tardía (Goto et al., 2011) de la postura. Para ello se calculó, en cada caso, la superficie bajo las curvas de postura y se identificó el par ordenado que define el pico de postura (abscisa: edad de presentación y ordenada: postura en el pico). A continuación, la trayectoria global se dividió en una fase creciente previa al pico y en una fase decreciente posterior al

mismo. Advínculo et al. (2016a) aplicaron esta alternativa para comparar las curvas de postura de gallinas camperas de la población sintética E y del cruzamiento simple entre las poblaciones sintéticas ES y A. En comparación con las dos poblaciones semipesadas contemporáneas, el comportamiento de Campero Casilda en el inicio del ciclo, fue compatible con un modelo logístico. La lógica de la adecuación del modelo logístico para describir la primera fase de la curva radica en que el inicio de la postura no es un proceso simultáneo para todas las aves del grupo, sino que comienza con unos pocos individuos que rompen postura y el número de aves aumenta progresivamente hasta alcanzar el pico tal como ocurre con la progresión de una función logística. Negra INTA comenzó su producción en forma más franca, en tanto un mayor número de aves rompieron postura simultáneamente, a diferencia de las aves Camperas y Rhode Island Red que mostraron un inicio más paulatino. Una vez alcanzado el valor máximo (asíntota), la función logística deja de ser de utilidad para describir el proceso ya que la postura no se mantiene constante, sino que comienza a declinar paulatinamente. La diferencia entre las trayectorias en esta fase inicial se debió a que Campero Casilda presentó una velocidad levemente mayor de aproximación a un pico también algo mayor, Negra INTA presentó un comportamiento intermedio y Rhode Island Red se ubicó en el otro extremo con menor velocidad de aproximación a un pico también algo menor. Las ponedoras semipesadas alcanzaron el pico de postura teórico antes que el genotipo pesado: Negra INTA lo hizo entre la 5ª y 6ª semana de postura seguida de Rhode Island Red entre las semanas 7ª a 8ª y, finalmente, Campero Casilda entre las 10ª y 11ª semanas. En comparación con Negra INTA Campero Casilda presentó un valor de postura en el pico un 8,3 % menor y un desempeño global medido como área bajo la curva un 15 % menor. También fue menos productiva que la población Rhode Island Red pero con un desempeño un 0,8 % mayor en el pico de postura. Estas diferencias se explican porque dada la condición de poblaciones semipesadas tanto Negra INTA como Rhode Island Red expresan en menor grado que Campero Casilda la incompatibilidad crecimiento-reproducción antes mencionada. A su vez cabe mencionar que la diferencia fue más notoria con respecto a Negra INTA, producto de un cruzamiento simple que expresa heterosis para el carácter, que con Rhode Island Red que posiblemente experimente depresión por endogamia.

La etapa de persistencia de la curva de postura mostró un patrón lineal decreciente. La proporción de huevos/gallina alojada/semana disminuyó paulatinamente con un ritmo similar - 0,68 % por cada semana transcurrida a partir del pico- en los tres grupos genéticos evaluados

pero que, en toda la extensión de la misma, la ponedora autosexante Negra INTA presentó una clara supremacía sobre los dos genotipos restantes.

Considerando las dos etapas, la diferencia en el desempeño global de Campero Casilda respecto de ambas poblaciones semipesadas se explica por su menor velocidad de aproximación al pico de postura y por una mayor pendiente de disminución de la tasa de postura durante la etapa de persistencia. El desempeño reproductivo de Campero Casilda fue superior al informado por Revidatti et al. (2013) para dos poblaciones maternas de gallinas Campero INTA. Asimismo, la tasa de postura de Campero Casilda en el pico fue superior a la informada por Canet et al. (2018/19) para cada una de las cinco poblaciones sintéticas de gallinas reproductoras camperas disponibles en el Núcleo Genético del Componente Granja del Programa Prohuerta. Dado que dos de las sintéticas evaluadas forman parte del cruzamiento que da origen al progenitor materno de Campero Casilda, este resultado indicaría la presentación de efectos heteróticos adicionales para este carácter reproductivo en el caso del cruzamiento de tres vías. Los valores relevados indican para Campero Casilda un desempeño similar al de otros genotipos de ponedoras utilizados en este tipo de sistemas de producción avícola alternativa y dado que se trata de un tipo de ave desarrollado para la producción de carne, su performance como ponedora la posiciona como una potencial población doble propósito en tanto los machos de ambas poblaciones semipesadas no son aptos para una producción eficiente de carne, aptitud que si expresan tanto los machos como las hembras Campero Casilda.

La comparación de la postura de Campero Casilda con datos de acceso público extraídos de las guías de manejo de dos poblaciones de reproductoras comerciales se llevó a cabo para disponer de una referencia acerca de su comportamiento frente a poblaciones pesadas aun cuando el destino de estas es la producción de huevos incubables y no para consumo y ninguna de ellas pueda pensarse como alternativas para este tipo de avicultura alternativa. En este sentido, podría pensarse que el comportamiento de tales poblaciones fijaría el nivel máximo esperable para este tipo de aves contra el cual comparar el desempeño de Campero Casilda como población criada en condiciones más próximas al ambiente en el que deben producir. Como dato adicional cabe destacar que las poblaciones sintéticas que dan origen a Campero Casilda no han sido sometidas a presión selectiva alguna, mientras que las dos poblaciones comerciales mencionadas son producto de un proceso de mejoramiento genético por parte de

las compañías que las producen. En comparación con Ross 308® y Cobb 500® (Aviagen, 2018; Cobb Vantress, 2016) las diferencias no fueron tan extremas como con Negra INTA y Rhode Island Red. El área bajo la curva de postura de Campero Casilda fue un 7,6 % menor a la de Cobb 500 y un 3,4 % inferior a la de Ross 308. Campero Casilda alcanzó el pico de postura tres semanas después que Ross 308 y dos semanas después que Cobb 500 y presentó en ese punto un porcentaje de postura 4,7 % menor que Ross 308 y 4,4% menor que Cobb 500 resultados que ponen en evidencia un comportamiento similar al de ambas poblaciones comerciales. En resumen, Campero Casilda fue menos precoz, presentó menor tasa de postura en el pico de la curva y una disminución del desempeño global entre el 3 y el 7%. En este caso, el menor desempeño de las aves camperas se explicó por su comportamiento en la fase creciente con menor velocidad de aproximación a un pico de postura de menor valor. En la etapa de persistencia, en cambio, si bien partiendo de un valor inicial menor, Campero Casilda presentó una menor pendiente de declinación de la tasa de postura.

El huevo constituye uno de los recursos más accesibles como fuente de proteína animal, por lo que no sorprende que el número de ponedoras aumente en países como India y China que detentan la mayor cantidad de habitantes del mundo. En Europa, la prioridad para incrementar la producción es aumentar el número de huevos en la etapa de persistencia y prolongar el ciclo total de producción ya que el pico máximo ya es prácticamente inmejorable. Esta estrategia permitiría reducir los costos, aumentar la amortización de cada ave y reducir la contaminación ambiental derivada del sistema productivo (Bain et al., 2016). En los últimos años se ha evidenciado una prolongación de los ciclos productivos en 15 a 20 semanas. La mayoría de los ciclos de producción de huevos se extienden alrededor de 12 meses, la postura comienza entre las 18 y 22 semanas de vida, dependiendo de la alimentación y de la estación del año, alcanza un pico de alrededor del 90 % 6 a 8 semanas después del inicio de la postura y declina gradualmente hasta un 65 % luego de 12 meses de producción.

El ciclo productivo se ve afectado por numerosos factores como son, la cantidad y calidad del alimento consumido, la calidad del agua de bebida, la intensidad y duración de la luz recibida, infecciones parasitarias, otras enfermedades y múltiples factores ambientales y de manejo como así también la edad de las aves. En los sistemas semi-intensivos las aves viven y producen durante más tiempo debido al bienestar en el que se encuentran pero como se alimentan fundamentalmente con granos enteros y restos de comida esto puede llevar a ofrecer

una ración desbalanceada en energía, proteína y calcio fundamentalmente como así también a omitir ingredientes como la sal, grasas, vitaminas, aminoácidos, todos esenciales para una adecuada producción. Además, en este tipo de sistemas se presentan otros problemas a considerar como son la pérdida de huevos por predadores, el consumo de huevos por parte de las mismas gallinas, mayores desperdicios por roturas o huevos escondidos en el medio ambiente (Jacob, et al., 2014). Debido a todos los factores mencionados anteriormente, es común que en los sistemas alternativos las curvas de producción presenten trayectos atípicos (García Trujillo et al., 2008).

En trabajos realizados en reproductoras pesadas tipo Campero INTA (Sindik et al., 2010) se observó que las asignaciones rápidas de nutrientes antes del pico de postura -entre las 20 y las 32 semanas de edad- se traducen en una mejora en la producción de huevos, siendo necesario disminuir dichas asignaciones una vez superado dicho pico a fin de mejorar el comportamiento durante la fase de persistencia.

La producción de huevos es el carácter más importante en las gallinas ponedoras ya que está directamente relacionado con el retorno económico de los productores. La misma puede ser evaluada utilizando diferentes medidas: el número total de huevos, la producción de huevos por hembra alojada y el porcentaje o tasa de postura. El número de huevos producidos presenta, por lo general, valores de heredabilidad de bajos a moderados independientemente del período de producción evaluado (Liu et al., 2019), observación que resulta consistente con su condición de carácter vinculado con la eficacia biológica y, por ende, de base genética predominantemente no aditiva.

Fernández et al. (2017) compararon dos grupos de madres de pollo campero, la sintética ES y una gallina híbrida simple producto del cruzamiento de las poblaciones sintéticas ES x A y observaron una diferencia estadísticamente significativa de 25 unidades en la producción total de huevos por ave favorable al cruzamiento y del 8 % en el porcentaje de postura promedio para todo el ciclo y concluyeron que el cruzamiento entre estos dos genotipos maternos cerrados de pollo campero INTA se traduce en mejoras en la producción de huevos. En el mismo sentido Revidatti et al. (2013) compararon dos líneas de reproductoras camperas para producción de huevos, promedio de postura y peso del huevo e informaron diferencias a favor del genotipo denominado E frente a su par T para número de huevos y masa de huevos si bien los huevos producidos por el grupo T fueron de mayor peso.

Al comparar los tres genotipos estudiados a igual edad de postura, Campero Casilda fue más precoz y presentó un desempeño global un 15 % menor que Negra INTA. También fue más precoz y menos productiva que la población Rhode Island Red. Esta diferencia puede explicarse por un menor impacto de la incompatibilidad crecimiento-reproducción en las aves semipesadas. La diferencia en el desempeño global de Campero Casilda respecto de los otros dos genotipos se explica por una menor velocidad de aproximación al pico de postura y por una mayor pendiente de disminución de la tasa de postura durante la etapa de persistencia.

Del mismo modo que el peso corporal y la postura pueden ser analizados en forma dinámica mediante modelizaciones matemáticas que resumen el comportamiento de estos dos importantes indicadores productivos en función del tiempo, similar enfoque puede aplicarse al peso del huevo.

El huevo de la gallina doméstica es un sistema biológico complejo que ha evolucionado de manera tal de asegurar el desarrollo del embrión desde el momento de la fecundación hasta la producción de un pollito viable proporcionando a este último, además, cierto nivel de inmunidad en las primeras etapas de la vida. En tanto producto final en las explotaciones avícolas de puesta, su tamaño, evaluado generalmente a través del peso, es un carácter de trascendencia tanto para productores como para consumidores dado que determina el precio de venta razón por la cual forma parte de los principales objetivos de mejoramiento genético (Savegnago et al., 2011; Yi et al., 2014). Hace ya más de 30 años Samler (1990) estimó, para gallinas ponedoras, que por cada gramo de aumento en el peso promedio del huevo la clasificación en categorías comerciales y el retorno económico podían mejorarse en un 4 %. Si bien de fácil medición, el peso del huevo es un carácter dificultoso de definir como criterio de selección debido a la demanda variable por parte de diferentes mercados. Por esta razón, en el caso de los huevos para consumo, no se dispone de un peso óptimo que pueda ser generalizado a todo tipo de situaciones en tanto, a nivel internacional, las preferencias de los consumidores varían de región en región. Mientras en los países occidentales se prefieren huevos grandes, en China, por ejemplo, se prefieren los huevos chicos y, en consecuencia, lo apropiado del peso a lograr depende de las preferencias particulares de los consumidores en cada país (Koelkebeck et al., 2001; Yi et al., 2014). Independientemente de estas particularidades, la mayoría de los mejoradores intentan mantener el peso del huevo en los valores alcanzados ejerciendo una leve

presión selectiva de signo positivo con la intención de equilibrar la tendencia de la selección natural a reducirlo en ausencia de selección artificial.

Es un hecho que el desempeño de las reproductoras representa un factor determinante en el éxito de las empresas comerciales que requieren producir la mayor cantidad posible de pollitos BB al mínimo costo (Narushin & Romanov, 2002). En este caso, el peso del huevo cobra importancia por ser uno de los factores que afecta su incubabilidad (Abiola et al. 2008), proceso cuyo éxito se mide en términos del número, tamaño y calidad de pollitos viables de un día obtenido a la finalización del mismo y su crecimiento posterior (Wilson, 1991; Shalev & Pasternak, 1995; Nangsuay et al., 2011). En forma contemporánea, a las estimaciones de Samler para ponedoras, Wilson (1991) informó, para reproductoras pesadas, que 1 g de aumento en el peso del huevo puede mejorar entre 2 y 13 g el peso de los pollos para carne a las 6-8 semanas de edad. Tanto los huevos chicos como los de tamaño excesivo no son aptos para incubar, con un intervalo de pesos recomendando por las guías de manejo entre 52 y 68 gramos (Wilson, 1991). Yuño et al. (2013) mencionan un estándar comprendido entre 56,2 y 68,4 g para la línea genética comercial Cobb 500. Pese a estas recomendaciones de tipo general la bibliografía sobre el tema no es concluyente. Nordskog y Hassan (1971) compararon los efectos relativos de la depresión por endogamia medida como un carácter del embrión y del tamaño del huevo sobre la incubabilidad en un conjunto de poblaciones de pequeño tamaño sometidas a selección direccional por peso del huevo y observaron mejores valores de incubabilidad con huevos de aproximadamente 50 g y un efecto mayor del tamaño del huevo que de la endocría. De acuerdo con Strong y Nestor (1980), en trabajos realizados con pavos, los huevos de gran tamaño no son compatibles con una buena incubabilidad debido a su mayor porcentaje de albumen y a que presentan una menor superficie relativa de cáscara lo que representa un inconveniente para un intercambio gaseoso normal por parte del embrión. Narushin y Romanov (2002) citan una referencia según la cual los huevos con pesos comprendidos entre 46 y 50 g, así como aquellos con pesos entre 66 y 74 g presentaban incubabilidades 8 a 10 % por debajo de la registrada para huevos con un rango de peso entre 50 y 66 g. La asociación positiva entre el peso del huevo puesto a incubar y el peso del pollito producido ha sido observada tanto en el caso en que las diferencias en el peso de los huevos se debían a su aumento con la edad del lote de reproductoras (Suárez et al., 1997; Vieira y Moran, 1998a) como en aquellos casos en que los huevos de diferente peso provenían de gallinas de la misma edad (Lourens et al., 2006; Vieira y Moran, 1998b). Morris et al. (1968) evaluaron el efecto del peso de los huevos incubables dentro de

un rango de 44 a 58 g y no observaron ninguna tendencia significativa sobre la fertilidad ni sobre la incubabilidad para pesos superiores a los 47 g, pero sí una tendencia de ambos caracteres a declinar para pesos por debajo de dicho valor. Los autores constataron una fuerte asociación entre el peso del huevo y el peso del pollito en el primer día de vida que si bien disminuyó con la edad se mantuvo hasta las 12 semanas. Dentro del rango de pesos evaluados no observaron efectos significativos del peso del huevo ni sobre la conversión alimenticia ni sobre la mortalidad de la progenie. Pinchasov (1991) estudió el efecto del peso del huevo de reproductoras Anak sobre el crecimiento de los pollitos en los primeros 18 días post-eclosión y observó una estrecha correlación con el peso del pollito al nacimiento. En el primer día de vida el pollito sufre una pérdida de peso de aproximadamente 1,5 g. Este autor observó también una notoria disminución de la alta correlación inicial entre el peso del huevo y el peso del pollito durante su crecimiento la que se tornó no significativa hacia el 5° día de vida concluyendo, a diferencia de lo mencionado por Morris et al. (1968) que, en las aves para carne, la ventaja inicial atribuible a un mayor peso del huevo disminuye rápidamente a la vez que adquiere preeminencia el consumo de alimento como el principal factor asociado al aumento de peso corporal.

Estos antecedentes confirman la trascendencia de las predicciones del peso de los huevos y de su grado clasificatorio, características ambas que muestran una clara vinculación con la edad de la gallina pero que también reflejan lo que ocurre durante la cría, recría y madurez sexual de las mismas. En el caso de una población sintética doble propósito cobran importancia en tanto las hembras se desempeñan como productoras de huevos para consumo y también como reproductoras.

De acuerdo con Gilbert et al. (1978) el peso del huevo es función de la edad de la gallina más que de la etapa del ciclo de postura, si bien ambos aspectos están habitualmente relacionados en forma directa. Lo ideal, de acuerdo con Clayton y Robertson (1966), sería disponer de aves que produjeran un huevo de tamaño óptimo desde el inicio mismo del período de puesta sin modificaciones posteriores. Sin embargo, dado que el peso del huevo no aumenta linealmente con la edad de la gallina, sino que muestra un patrón curvilíneo de tipo asintótico (Cowen et al., 1964), dentro de un planteo biológicamente más realista, lo que se pretende es que las aves produzcan en forma rápida y regular huevos dentro de un rango limitado de pesos. (Poggenpoel y Duckitt, 1988; Shalev y Pasternak, 1993; Yi et al., 2014).

El patrón dinámico de aumento de peso del huevo sigue una trayectoria no lineal (Cowen et al., 1964), de aproximación monótona hacia un valor final, que puede ser modelizada con una función exponencial asintótica (Weatherup y Foster, 1980). El mismo comportamiento mostrado por los huevos de la gallina doméstica ha sido descrito en otras especies aviares de interés productivo (Shalev y Pasternak, 1993). Dicho patrón dinámico es variable, variabilidad que no solo refleja los cambios en el peso corporal de las aves en función de la edad (Di Masso et al., 1998; Dottavio et al., 2001b) sino que también se ve afectado por factores tales como el genotipo, la estación del año y el consumo de nutrientes (Adams y Bell, 1998). Además de los efectos genéticos, los aumentos en el peso de los huevos están muy afectados por factores ambientales, como es el caso del contenido de proteína y energía de la ración (Pearson y Herron, 1981) y el momento del estímulo lumínico (Ernst y Mather, 1992), entre otros. La importancia de la caracterización de este patrón dinámico, en la avicultura comercial, radica en que, por lo general, los primeros huevos son de escaso valor comercial dado su bajo peso y los últimos del ciclo tienden a ser demasiado grandes y presentar problemas de rotura asociados al deterioro de la calidad de la cáscara e inconvenientes en su envasado (Roland, 1979; Yoo et al., 1983). Con respecto a esta última cuestión, como se discute más adelante, además del peso en sí mismo, cobra también importancia la uniformidad en el tamaño de los huevos (Wolc et al., 2012). La producción de huevos de tamaño apropiado y uniforme a lo largo del ciclo es también clave en el caso de las reproductoras dado, como se mencionó, su efecto sobre la incubabilidad, el peso al nacimiento y el posterior desempeño productivo de los pollitos (Nangsuay, 2011). La alta correlación en el peso del huevo registrado en distintas edades del ciclo permite predecir que la aplicación de presión de selección para aumentar el peso inicial se traducirá en una modificación concomitante en el mismo sentido en el peso final (Yi et al., 2014). Martines et al. (2016a) evaluaron el efecto del grupo genético sobre el comportamiento dinámico del peso del huevo en dos poblaciones de reproductoras camperas durante el primer ciclo de postura. A tal fin utilizaron dos modelos matemáticos compatibles con la trayectoria exponencial asintótica de la variable: el propuesto por Brody (Yoo et al., 1983; Minvielle et al., 1994) y una reparametrización del mismo (Sheldon y Podger, 1974; Weatherup y Foster, 1980). Ambos modelos mostraron un buen ajuste de los datos experimentales y permitieron describir diferencias en el comportamiento global de los mismos discriminando el efecto del tamaño asintótico del efecto de la tasa de maduración para el peso del huevo. Los mismos autores (Martines et al., 2016b) evaluaron el comportamiento del peso del huevo en el segundo ciclo

de postura de los mismos grupos genéticos y observaron que, luego de una muda forzada, las aves retomaban la producción con un comportamiento estable de naturaleza lineal y manteniendo las diferencias en el tamaño promedio del huevo alcanzado al finalizar el primer ciclo.

El modelo de Weatherup y Foster ha sido utilizado con muy buenos resultados por el grupo de trabajo para caracterizar el comportamiento del peso del huevo en función de la edad de las aves en cruzamientos experimentales entre razas de gallinas ponedoras de diferente peso corporal adulto (Di Masso et al., 1997; Dottavio et al., 1998). Martínez et al. (1995), con el objetivo de iniciar un proceso de selección artificial tendiente a lograr un patrón de aumento de peso del huevo que combinara un alto peso asintótico y una alta madurez para el carácter, definieron un índice de tipo biológico utilizando como criterios los estimadores de los parámetros de dicho modelo. Aplicado a una población sintética derivada del cruzamiento entre aves Leghorn y Rhode Island Red y utilizada como población base, el índice propuesto permitió discriminar a aquellas aves con dicho patrón considerado económicamente ventajoso. Canet et al. (2013) evaluaron el patrón dinámico del peso del huevo de dos cruzamientos experimentales de tres vías de ponedoras camperas en comparación con hembras Campero INTA como grupo de referencia utilizando a tal fin los modelos de Brody y de Weatherup y Foster y concluyeron que, en términos comparativos, los tres genotipos podían considerarse equivalentes para ser utilizados en sistemas avícolas alternativos al modelo intensivo. Si bien los cruzamientos experimentales comenzaron la postura con un peso del huevo inferior al mostrado por Campero INTA, presentaron mayor velocidad de aproximación a un peso asintótico algo menor como resultado de lo cual los patrones dinámicos globales fueron prácticamente coincidentes.

Los registros parciales han sido utilizados en el mejoramiento avícola desde el trabajo pionero de Maddison a mediados del siglo pasado (Maddison, 1954). Uno de los objetivos de su aplicación es determinar en qué medida esos datos son indicadores fiables del comportamiento general de manera tal de poder utilizarlos sin necesidad de proceder al registro de todo el ciclo. Con esta finalidad, el patrón dinámico de aumento del peso del huevo puede ser subdividido en etapas vinculadas con las diferentes fases -etapa ascendente previa al pico y etapa de persistencia posterior al pico- del ciclo de postura.

La información parcial proveniente del registro del peso de los huevos de los tres grupos genéticos recolectados en la fase ascendente de sus curvas de postura, entre la madurez sexual

y las 42 semanas de edad, mostró que, en comparación con Negra INTA, Campero Casilda presentó un peso asintótico menor, una menor velocidad para alcanzarlo y un mayor rango de peso indicativo de un menor peso de los huevos iniciales. En relación a Rhode Island Red, por su parte, se observó un similar valor asintótico, menor velocidad para alcanzarlo y un menor rango de peso, indicativo, en este caso de un mayor peso inicial del huevo en el híbrido de tres vías. Como resultado de estas combinaciones, el modelo matemático utilizado permitió predecir que Campero Casilda presenta en las primeras semanas de postura huevos de pesos prácticamente coincidentes con Negra INTA, a excepción del inicio propiamente dicho del ciclo en el que los mismos son algo más livianos, mientras que Rhode Island Red pone siempre, en el mismo lapso, huevos más livianos. Asimismo puede predecirse que una vez estabilizada la tendencia exponencial asintótica que presenta la variable peso del huevo en función del transcurso del ciclo, los tres genotipos pondrán huevos pesados o Grado 1 (entre 62 y 68 gramos por unidad), que las dos poblaciones de referencia alcanzarán dicho peso final con similar velocidad pero, dado que parten de pesos iniciales diferentes, Negra INTA lo hará antes que Rhode Island Red y que el cruzamiento de tres vías en evaluación presentará un comportamiento compatible con su utilización como ponedora si se toma como referencia el patrón mostrado por Negra INTA que actualmente se distribuye con esa finalidad. Esta información, si bien parcial en términos de la caracterización integral de Campero Casilda, brinda apoyo a la propuesta de su utilización como ave de doble propósito.

Considerando que el pico de postura se ubicó alrededor de la semana 30 y que el ciclo de postura se extendió hasta las 72 semanas de edad, la fase de persistencia se dividió en dos etapas. La primera de ellas -inicio de la persistencia- abarcó 17 semanas de postura, entre las 30 y las 47 semanas de edad y correspondió al 40 % de las 42 semanas de persistencia teórica. En los dos genotipos de aves semipesadas los datos peso del huevo versus edad cronológica mostraron un patrón de aumento compatible con un modelo exponencial asintótico. En ambos casos se rechazó la hipótesis de linealidad lo que confirmó la tendencia curvilínea de los datos. En este caso, el registro parcial puso en evidencia que Negra INTA presentó, en comparación con Rhode Island Red un patrón de aumento de peso promedio del huevo que se dirige hacia un peso asintótico mayor con una velocidad menor. De acuerdo con el comportamiento de los estimadores de estos dos parámetros, el peso promedio semanal de los huevos de Rhode Island Red ya estaría prácticamente en su valor asintótico por lo que no habría que esperar aumentos significativos del mismo hasta la finalización del ciclo, mientras que en el caso de Negra INTA

el peso promedio semanal de sus huevos continúa aumentando, si bien más lentamente hacia una asíntota mayor. En contraposición a este comportamiento, el análisis visual de los datos correspondientes a Campero Casilda puso en evidencia un comportamiento lineal de los mismos. En esta etapa, el peso promedio del huevo de este grupo genético aumentó a razón de 0,5 g por semana. En resumen, en el inicio de la persistencia, el patrón de aumento del peso del huevo ya muestra en las dos poblaciones semipesadas la tendencia decreciente propia del comportamiento exponencial asintótico correspondiente al período total mientras que el cruzamiento de tres vías aún no manifiesta dicha tendencia por lo que el patrón resultante puede todavía ser descrito por un modelo lineal.

En el 60 % final de la fase de persistencia de la postura, entre las 48 y las 72 semanas de edad de las aves, el peso del huevo presentó un comportamiento lineal, consistente con la naturaleza de dicha fase, con diferencias entre grupos en el signo y el significado de dicha tendencia. Mientras que el peso promedio semanal del huevo ya se encontraba estabilizado en Negra INTA en valores cercanos a los 67 gramos, mantuvo un comportamiento creciente en Campero Casilda y decreciente en Rhode Island Red. Estos resultados concuerdan con lo observado en la primera parte de la etapa de persistencia.

Como resultado final de esta dinámica, las gallinas Campero Casilda finalizaron el ciclo poniendo huevos más pesados que Negra INTA. Rhode Island Red, por su parte, presentó huevos de menor tamaño durante todo el período evaluado.

La producción de huevos incluye dos aspectos que se caracterizan por presentar patrones dinámicos particulares a lo largo del ciclo: el número de huevos puestos y el peso de dichos huevos y ambos guardan relación con la madurez sexual (Canet et al., 2014). La discriminación de las aves Campero Casilda por los valores de los indicadores productivos evaluados en el inicio de la actividad reproductiva permitió reconocer su efecto sobre el comportamiento dinámico del peso de sus huevos. Los caracteres evaluados incluyeron el peso y la edad a la puesta del primer huevo, tanto por separado como en forma conjunta, el peso promedio de los diez primeros huevos, y la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura, también en este caso en forma individual y en conjunto. En todas estas situaciones el criterio de categorización permitió diferenciar grupos de aves con valores significativamente diferentes de los caracteres utilizados con tal finalidad.

Como se mencionó anteriormente, las correlaciones en el peso de los huevos registrados en distintas edades de las gallinas permite suponer que si se aplica presión de selección para aumentar el peso inicial, el peso final se modificará en la misma dirección (Yi et al., 2014). Evidencia en este sentido surge al comparar el comportamiento de las curvas de aumento de peso del huevo en las gallinas categorizadas por el peso promedio de sus 10 primeros huevos. A medida que se progresa del primero al último cuartil se observó un aumento tanto del peso teórico del primer huevo como del peso en la asíntota. Esas diferencias ocurrieron sin modificación significativa ni de la tasa de maduración ni del valor del incremento de peso entre el inicio y la finalización del ciclo, por lo que las diferencias observadas entre las cuatro categorías a las 50 semanas de postura reflejaron diferencias que ya estaban presentes a la madurez sexual. En coincidencia con lo informado por Yi et al. (2014), el signo y el significado estadístico de las asociaciones entre el peso del huevo, la edad de la gallina y su peso corporal al inicio de la etapa reproductiva, indica que las aves menos precoces, presentan mayor peso corporal dada su mayor edad cronológica y comienzan el ciclo poniendo huevos de mayor tamaño. El análisis del efecto de las categorías extremas de precocidad -aves ubicadas en el primero y en el cuarto cuartil- sobre el peso inicial teórico del huevo y sobre su peso asintótico permitió confirmar estas relaciones. Lo mismo ocurrió al considerar las categorías extremas de aves discriminadas por el peso corporal a la madurez sexual. Por su parte, la evaluación conjunta de los efectos del peso corporal y la edad a la puesta del primer huevo posibilitó identificar cuatro grupos de aves. Si bien las categorías más numerosas correspondieron a aquellos grupos ubicados en los cuadrantes I y III que asocian a las dos variables en el sentido de la correlación fenotípica entre ellas, también se observaron individuos en los cuadrantes II (aves precoces y de alto peso) y IV (aves de madurez tardía y de bajo peso), particularmente en el primero de ellos. Las trayectorias de las curvas de modificación del peso del huevo mostraron paralelismo para los grupos presentes en los cuadrantes I y III, no así para aquellas de los cuadrantes II y IV cuyas trayectorias se cruzan. Esta diferencia en la dinámica puso en evidencia cierta independencia en el comportamiento de los parámetros de peso asintótico (A) y tasa de maduración (r) que determinan la forma de la curva. Las aves del cuadrante IV -menos precoces- presentaron un peso asintótico del huevo similar a las del cuadrante III -más precoces- ambas de bajo peso corporal inicial. La edad a la madurez sexual fue el único carácter que mostró asociación con los indicadores de regularidad y uniformidad de los huevos puestos en el inicio del ciclo. El signo de las correlaciones corrobora que, en este tipo de aves pesadas con

restricción cuantitativa en el aporte de nutrientes, las gallinas que antes rompen postura lo hacen de manera irregular por lo que requieren un mayor número de días para poner los 10 primeros huevos y, además, el peso de esos huevos presenta un mayor coeficiente de variación, es decir mayor dispersión relativa. Estos dos indicadores no se asociaron ni entre sí ni con el peso corporal a la madurez sexual por lo que este comportamiento podría relacionarse con aspectos vinculados a la maduración del aparato reproductivo en este grupo particular de aves. Las gallinas con mayor regularidad inicial pusieron un primer huevo más pesado y la trayectoria posterior del patrón de modificación del peso de esos huevos mostró una menor velocidad de aproximación (mayor valor de r) a un peso asintótico mayor en comparación con aquellas con un comienzo irregular de la oviposición. Las diferencias en uniformidad del peso de los primeros huevos no tuvieron correlato con diferencias significativas en los estimadores de los parámetros que definen el patrón de aumento de dichos pesos pese a lo cual las aves que comenzaron su postura con huevos de pesos más uniformes mantuvieron una diferencia a su favor en todo el recorrido de la curva. Estos comportamientos particulares determinaron que, al considerar los efectos conjuntos de regularidad y uniformidad, las aves que ocupaban los cuadrantes III y IV, con semejante regularidad, coincidieran en los valores de los estimadores de los parámetros de la función de W&F pese a su diferencia en uniformidad. Lo mismo puede afirmarse en el caso de las gallinas que ocupaban los cuadrantes I y II. Además, las trayectorias de las curvas de las primeras de ellas (mayor regularidad) estuvieron por encima de las correspondientes a las segundas (menor regularidad), a lo largo de todo el ciclo. Si bien las diferencias en uniformidad no afectaron significativamente el patrón dinámico del peso de los huevos, su importancia radica en que la selección de aquellas aves que ponen huevos uniformes en tamaño ha sido propuesta como estrategia para aumentar la uniformidad de los huevos a lo largo del ciclo (Yi et al., 2014).

Tomando en consideración que el mayor impedimento para llevar a cabo un experimento de selección con el objetivo de modificar la curva de aumento de peso del huevo es el costo asociado al registro individual de todos los huevos puestos por un gran número de aves a lo largo de todo el ciclo, Yoo et al. (1983) proponen como alternativa utilizar como criterio de selección el peso de los 5-10 primeros y el peso de los últimos huevos. Con base en esta propuesta, además del efecto del peso de los primeros huevos se evaluó también el del peso de los últimos huevos y el efecto conjunto de ambos caracteres.

La discriminación de las gallinas Campero Casilda en cuatro categorías por el peso promedio de los huevos puestos entre las 68 y las 70 semanas de edad puso en evidencia efectos significativos del cuartil de pertenencia sobre el peso asintótico, sobre la tasa de maduración, sobre el peso teórico del primer huevo, con aumentos progresivos entre el primero y el último cuartil, y sobre el rango de aumento entre el peso del primer huevo y el peso asintótico. La combinación particular de los valores de los estimadores de los parámetros del modelo determinó curvas de aumento del peso del huevo con trayectorias aproximadamente paralelas en todo su recorrido y dispuestas en el plano en forma creciente del cuartil I al cuartil IV indicando que el peso promedio de los huevos puestos en las últimas semanas del ciclo constituye un indicador fiable del comportamiento del carácter peso del huevo a todo lo largo del periodo de puesta.

Los mismos autores (Yoo et al.,1983) sugieren que como la correlación entre el peso de los huevos puestos a diferentes edades si bien positiva y significativa es menor de 1, sería posible aumentar el peso de los huevos puestos al inicio del ciclo, que por lo general es bajo por lo que son huevos de escaso valor comercial, y disminuir o mantener el peso de los huevos al final del ciclo, los que por lo general exceden el valor deseado tanto como huevos incubables en el caso de reproductoras como en huevos para consumo con problemas de manipulación y envasado. No se observó asociación significativa entre el peso inicial del huevo, estimado a partir del peso promedio de los 10 primeros huevos y el peso final, estimado a partir del peso promedio de los huevos puestos en las semanas 68, 69 y 70 de edad de las aves. Las aves ubicadas en el cuadrante que combina altos valores promedio tanto de los primeros como de los últimos huevos presentaron mayores valores del peso de sus huevos a lo largo de todo el ciclo y una trayectoria paralela a la de aquellas provenientes del cuadrante con menores valores de ambos caracteres. Este comportamiento indica que, ante valores similares de la tasa de maduración, las diferencias en el peso inicial del huevo se traducen en diferencias de igual tenor en el peso asintótico. Las aves ubicadas en el cuadrante IV, que combinan un alto peso inicial y un bajo peso final de sus huevos presentaron un patrón dinámico compatible con la propuesta de mayor valor comercial. Estas gallinas comenzaron su postura con huevos de 55 g promedio, y la finalizaron con valores de 68 g, intermedios a los de las aves de los cuadrantes extremos I y III y coincidentes con los de las provenientes del cuadrante II. Esta caracterización, si bien de base fenotípica, pone en evidencia la coexistencia en la población de gallinas Campero Casilda

de gallinas con patrones disímiles de aumento de peso del huevo y confirma la propuesta de Yoo et al. mencionada con anterioridad.

Por último, el comportamiento dinámico del peso de los huevos puestos por Campero Casilda se comparó con el de dos poblaciones de reproductoras pesadas comerciales. Como se mencionó al discutir la dinámica del peso corporal, en comparación con estos dos genotipos, 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. Con referencia al patrón de aumento de peso del huevo, en comparación con Ross 308®, el peso de los huevos puestos por las aves Campero Casilda aumentó hacia un valor asintótico similar y con similar velocidad, con un rango de aumento entre el primero y el peso asintótico del mismo orden y un peso teórico estimado del primer huevo algo mayor; mientras que, en comparación con Cobb 500, el peso de los huevos puestos por Campero Casilda presentó 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 del mismo orden y un mayor peso teórico del primer huevo. En términos productivos, y en comparación con estos dos genotipos comerciales, el cruzamiento de tres vías 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 repercutió 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.

Los resultados discutidos en el párrafo anterior ponen en evidencia cierta independencia en la base genética poligénica que controla la modificación temporal del peso corporal y el peso del huevo, ya observada en trabajos previos (Di Masso et al., 1998; Dottavio et al., 2001b; Dottavio et al., 2003). Esta independencia parcial abre la posibilidad de combinar en una misma gallina patrones dinámicos más favorables de dos variables de indudable trascendencia productiva en la avicultura de puesta. A este respecto, la caracterización multivariada de ambos patrones dinámicos en la población Campero Casilda basada en los estimadores de los parámetros con significado biológico de ambos modelos matemáticos, permitió definir cuatro

cuadrantes e identificar diferentes tipos de aves según el cuadrante de pertenencia: aves con patrones extremos de peso corporal con una diferencia de 700 g en su valor asintótico (Cuadrante II vs. Cuadrante IV) sin diferencias significativas en el peso asintótico del huevo y aves con patrones intermedios y similares para peso corporal (Cuadrante I y Cuadrante III) cuyos huevos difieren en promedio 11 g en sus valores asintóticos. Dado que la forma de ambas curvas de aumento de peso -corporal y del huevo- está definida por la combinación particular de sus asíntotas y sus tasas de maduración, las aves ubicadas en el Cuadrante IV presentaron la combinación productivamente más conveniente, con un patrón dinámico del peso del huevo intermedio, similar al de las aves del Cuadrante II, pero con un patrón dinámico de peso corporal con menores valores para el carácter en los dos tercios finales del ciclo. Esta evidencia brinda sustento a la posibilidad de identificar aves con combinaciones más favorables de ambos patrones dinámicos a la vez que revaloriza una vez más la propuesta de utilizar la técnica de componentes principales como estrategia para generar índices biológicos de selección (Godshalk & Timothy, 1988; Cerón-Rojas & Sahagún-Castellanos, 2005). En este sentido cabe mencionar que los programas de mejora genética avícola han utilizado, clásicamente, índices selectivos que incluyen múltiples caracteres. El caso de las poblaciones doble propósito presenta a este respecto algunas particularidades. Los índices aplicados a la producción de huevos han puesto énfasis en el número y el peso de los mismos, dos caracteres correlacionados negativamente y de baja heredabilidad en el caso del primero de ellos (Francesch et al., 1997), mientras que aquellos aplicados a la producción de carne lo han hecho básicamente sobre caracteres de buena heredabilidad tales como el peso corporal a edades fijas o la velocidad de crecimiento en períodos determinados del ciclo productivo (Mebratie et al., 2019) entre otros.

Además del peso promedio de los huevos puestos en diferentes momentos del ciclo, también interesa la variabilidad de dichos pesos (Wolc et al., 2012). Una de las principales preocupaciones de los productores avícolas se vincula con cómo mantener la uniformidad de los huevos puestos por los lotes de aves en producción luego de ocurrido el rápido crecimiento que sigue al período inicial de postura (Yi et al., 2014). Esta preocupación es válida tanto para el caso de los huevos para consumo como en el caso de los huevos destinadas a ser incubados (Iqbal et al., 2016; Nangsuay, 2011). La variabilidad en el peso de los huevos puestos por un lote de gallinas en momentos dados del ciclo, y por ende también su uniformidad, puede estimarse a partir del cálculo del desvío estándar y del coeficiente de variación del carácter. El desvío estándar es una medida estadística de la variabilidad absoluta de un conjunto de datos,

mientras que el coeficiente de variación es una medida relativa de dicha variabilidad al relacionar el valor del desvío estándar al valor promedio del conjunto. El desvío estándar de los pesos individuales de los huevos es un carácter moderadamente heredable, con una correlación genética positiva con el peso del huevo y con una correlación genética negativa con la producción de huevos (Yoo et al., 1983). Ello implica que, a mayor peso del huevo, mayor desvío estándar y mayor variabilidad y que, a mayor producción, menor desvío estándar y menor variabilidad. Estas estimaciones son consistentes con las respuestas directas observadas a la selección artificial para reducir la variabilidad del peso del huevo (Sheldon y Podger, 1972).

Sheldon y Podger (1974) llevaron a cabo un experimento de selección con el objetivo de reducir la variabilidad de la distribución del peso de los huevos entre las 58 y las 65 semanas utilizando como indicador el desvío estándar. Al cabo de tres generaciones observaron una reducción del 7 % en el carácter en la línea seleccionada respecto de la línea testigo sin seleccionar. Posteriormente, Yoo et al. (1983) informaron que dos generaciones adicionales de selección no produjeron una respuesta mayor e hicieron notar que la observación de los gráficos resultantes de este experimento indicaría que la curva peso del huevo versus edad podría haberse visto modificada por efecto de la presión de selección.

Wolc et al. (2012) mencionan que la existencia de vQTL, loci que afectan la variabilidad de los caracteres cuantitativos, ha cobrado importancia en el ámbito del mejoramiento tanto vegetal como animal debido a la trascendencia creciente de la uniformidad. Estos autores, mediante la utilización de paneles de polimorfismos nucleótido único (SNP) de alta densidad, identificaron en una población de gallinas ponedoras de huevos castaños un QTL en el cromosoma 4 que explicó un 30 % de la variancia genética para el peso promedio y un 16 % de la correspondiente al desvío estándar del peso de los huevos puestos en tres edades del ciclo de postura. Paralelamente identificaron un conjunto adicional de regiones con efectos menores en los cromosomas 2, 5, 6, 8, 20, 23, 28 y Z asociadas con el peso medio del huevo y una región en el cromosoma 13 vinculada con el desvío estándar del peso de los huevos puestos entre las 26 y 28 semanas de edad. A partir de esta evidencia propusieron la potencialidad del QTL ubicado en el cromosoma 4 para mejorar tanto el valor promedio como la variabilidad de los pesos del huevo mediante estrategias de selección asistida por marcadores.

La comparación de la uniformidad del peso de los huevos puestos en las primeras 21 semanas de postura por los tres grupos genéticos evaluados, aun siguiendo en todos los casos

un patrón exponencial decreciente, mostró ciertas particularidades. Campero Casilda, genotipo pesado mantenido bajo un régimen de restricción en la asignación de nutrientes, comenzó la postura con una muy baja uniformidad en el tamaño del huevo. Esa baja uniformidad se explica porque las aves del lote no rompieron postura al unísono, sino que lo hicieron escalonadamente de manera tal que en las primeras semanas se observó un número bajo –si bien creciente- de huevos y de tamaño dispar, desde huevos pequeños a huevos grandes con doble yema. Los dos genotipos restantes, ambos semi-pesados y mantenidos con alimentación ad-libitum, por el contrario, tuvieron un inicio de la postura más homogéneo, acompañado por una mayor uniformidad en el peso del huevo en comparación con Campero Casilda. Dicha uniformidad fue mayor en el caso de Negra INTA, producto de un cruzamiento simple que en Rhode Island Red. La desuniformidad inicial en el peso de los huevos puestos por Campero Casilda decreció rápidamente con una tasa de decaimiento exponencial mayor al de los otros dos grupos y con un valor mayor del coeficiente de variación para el peso del huevo en el plateau. Negra INTA y Rhode Island Red, por su parte, presentaron valores similares tanto de la tasa de decaimiento exponencial como del plateau alcanzado. A partir de la octava semana de postura el comportamiento del indicador de uniformidad mostró un comportamiento lineal en los tres grupos genéticos con una diferencia significativa entre las pendientes de los diferentes grupos. Las pendientes de Campero Casilda y de Negra INTA fueron significativamente diferentes de cero no así la de Rhode Island Red, genotipo que mostró un comportamiento estable. En el caso de Campero Casilda el signo negativo de la pendiente puso en evidencia un aumento de la uniformidad en el peso de los huevos (menor CV) con el transcurrir de la postura mientras que el signo positivo de la pendiente en el caso de Negra INTA mostró el comportamiento inverso (disminución de la uniformidad). En resumen, la evidencia presentada indica que las gallinas Campero Casilda, en coincidencia con su condición de aves pesadas y pese a encontrarse restringidas, presentaron un inicio de la postura más errático con una baja uniformidad en el peso de los huevos pero que rápidamente tendió a estabilizarse presentando en la fase final del período analizado una tendencia favorable en términos del comportamiento del coeficiente de variación del peso de los huevos. Rhode Island Red, por su parte, posiblemente asociada a su condición de población endogámica, si bien comenzó la postura con un patrón más favorable que el de Campero Casilda, mostró cierta falta de uniformidad inicial en comparación con Negra INTA, que revirtió paulatinamente hasta alcanzar un valor estable del coeficiente de variación. Negra INTA, por su parte, exhibió un patrón más estable desde el inicio de la

actividad productiva con una tendencia, al finalizar el lapso bajo estudio, a disminuir la uniformidad en el peso del huevo, posiblemente asociado a que las aves comenzaron en forma gradual a poner huevos más pesados.

En el caso particular de Campero Casilda, con un mayor número de aves en control, la uniformidad en el peso del huevo se estimó a partir del valor del coeficiente de variación para el carácter calculado a intervalos semanales entre la madurez sexual y las 50 semanas de postura. Los valores de los coeficientes de variación del peso del huevo se graficaron en función de las semanas de postura. El examen del comportamiento del indicador de uniformidad en función de la edad de postura permitió identificar tres etapas consecutivas, todas ellas compatibles con un modelo lineal: una primera etapa, de naturaleza decreciente, entre el inicio de la postura y la semana 15; una segunda, con comportamiento estable, entre la semana 16 y la semana 37 y una etapa final, de naturaleza creciente, entre las semana 38 y 50. Al inicio del ciclo la uniformidad en el peso de los huevos es baja dado que, como se mencionó al describir la comparación con Negra INTA y Rhode Island Red, no todas las aves rompen postura al mismo tiempo y debido a la inmadurez del aparato ovopositor se observan huevos de tamaños extremos, desde aquellos muy livianos a algunos con doble yema y muy pesados. A medida que el conjunto del lote entra en postura, el tamaño de los huevos aumenta a la par que lo hace su uniformidad hasta alcanzar un valor que permanece estable durante gran parte de la etapa de persistencia. Dado que la tasa de postura declina a medida que la gallina envejece y la misma presenta gran variación entre individuos, la relación antagónica entre número de huevos y peso del huevo (Du Plessis & Erasmus, 1972; Francesch et al., 1997) pone en evidencia que las aves con menor tasa de postura ponen huevos de mayor peso que aquellas con mayor tasa de postura lo que da lugar a un aumento de la variabilidad (CV) en el peso de los huevos puestos hacia el final de la etapa de persistencia cuando se da por finalizado el ciclo (Niknafs et al., 2012).

Como principal salida de los sistemas de producción avícola de puesta los huevos normalmente son clasificados por su peso dada la relación entre este carácter y el precio de venta. Si bien el registro del peso es simple de realizar y presenta como ventaja el no requerir la destrucción del huevo, dos razones por las cuales ha sido ampliamente utilizado como indicador de tamaño (Wilson & Suárez, 1993), en ocasiones es por sí solo insuficiente para definir sus características externas. Una segunda cuestión a considerar es su forma. En la actualidad, con el rápido desarrollo de la automatización mecánica, el envasado requiere que

los huevos presenten la mayor uniformidad posible no solo en lo que se refiere, como ya se mencionó, a su tamaño en sí, sino también a su forma (Reid et al., 1975; Wolc et al., 2012), característica que también es apreciada por los consumidores.

Aunque se han desarrollado diversos modelos para describir matemáticamente este carácter (Narushin, 2001) el indicador más utilizado es el denominado “índice de forma” uno de los caracteres de calidad propuestos por FAO (2012) para la caracterización fenotípica de las gallinas. Este índice surge del cociente entre la anchura y la longitud (Marble, 1943; Richards & Staley, 1967; Abanikannda et al., 2007), medidos ambos con la ayuda de un calibre. La utilidad y relevancia del índice de forma ha sido confirmada por evidencia que indica que prácticamente el 90% de las variaciones en la forma de los huevos puede ser explicada por la relación entre su longitud y su anchura (Havlíček et al., 2008). La longitud del huevo, también denominada altura o borde largo, es la porción más larga observada en la superficie externa. La anchura, también denominada borde corto, es la parte más corta del huevo. La yema se ubica en el centro del huevo y es responsable de la amplitud de la anchura (Günlü et al., 2003). La forma del huevo de las aves es una cuestión de conveniencia natural más que estética en tanto debe ser la adecuada para facilitar la puesta, de manera tal que la relación entre la longitud y la anchura está asociada a su funcionalidad (Abanikannda et al., 2007).

La forma del huevo de gallina es importante en relación con su resistencia a la rotura (Nedomova et al., 2009; Voisey & Hunt, 1974). A este respecto Carter y Jones (1970) indican que la ocurrencia de un quiebre en la cáscara del huevo depende de la resistencia local de la misma la que, a su vez, es función de su espesor y de su curvatura y, por ende, de su forma y concluyen que es necesario seleccionar a los huevos por este último carácter. Frank et al. (1964; 1965) indicaron que el peso, la proporción y el espesor de la cáscara y la gravedad específica del huevo en conjunto no podían explicar más del 60 por ciento de la variación en la resistencia al aplastamiento. La inclusión del índice de forma en el análisis aumentó significativamente dicha proporción (Richards & Staley, 1967). Los huevos presentan una zona de fractura localizada a nivel del máximo radio de curvatura meridional que varía según los huevos sean más alargados o redondeados (McRae & Duff, 1969). Con relación a esta cuestión se ha informado que la mayor fuerza necesaria para romper huevos de diferente forma corresponde a aquellos con altos valores del índice, es decir huevos redondeados (Altuntaş & Şekeroğlu, 2008). Mašić et al. (1972) informan una correlación significativa y de signo negativo entre el

índice de forma y la deformación de la cáscara tanto en huevos de gallinas jóvenes como adultas lo que indica menor deformación en huevos con mayor valor del índice, es decir, redondeados.

La forma del huevo también guarda estrecha relación con su incubabilidad. El huevo de gallina, como el de otras aves, es un elipsoide alargado y asimétrico con una sección transversal circular y una sección longitudinal elipsoidal asimétrica (Mao et al., 2007). Durante la incubación, las membranas testáceas ubicadas en la cara interna de la cáscara se adelgazan para favorecer el intercambio gaseoso. La forma circular de la sección transversal del huevo permite que este gire y el volteo de los huevos durante la incubación posibilita que el espesor de las membranas se reduzca lo suficiente y por igual en toda la superficie (Yoshizaki & Saito, 2002). El significado biológico de la elipse asimétrica propia de la sección longitudinal guarda relación con el éxito de la incubación en tanto el desarrollo del embrión se ve afectado por las posiciones que adoptan los huevos durante dicho proceso. En casi todas las especies de aves, esta asimetría hace que el huevo se disponga naturalmente con un cierto ángulo, con el extremo más puntiagudo orientado hacia abajo. En el caso de la incubación artificial la importancia de dicho ángulo es tal que la orientación horizontal del eje del huevo lleva a una baja incubabilidad razón por la cual los huevos se incuban con el extremo romo orientado hacia arriba (Van Schalkwyk et al., 2000). Si bien en condiciones naturales la forma alargada impide que los huevos rueden fuera del nido (Nishiyama, 2012), en relación con el proceso de incubación artificial por lo general se descartan para tal fin aquellos de forma no satisfactoria (redondeados o alargados). Por último, la uniformidad en tamaño y forma de los huevos incubables son dos requisitos importantes por su vinculación con un calentamiento parejo de los mismos y, por ende, con el éxito del proceso (Cobb Vantress, 2016).

Las comparaciones que involucran diferentes grupos genéticos pueden llevarse a cabo a igual edad cronológica o a la misma edad de postura. Evidentemente, si los grupos en cuestión difieren en la edad a la que alcanzan la madurez sexual las comparaciones a la misma edad cronológica implican comparaciones en distintas edades de postura lo que introduce un efecto confundido. Al comparar los tres genotipos a la misma edad de postura se constató que en el inicio de la misma Campero Casilda puso huevos de forma más redondeada que Negra INTA y Rhode Island Red pero algo más largos y pesados. Los tres genotipos pusieron huevos de forma satisfactoria a partir de la semana 20 de postura. Este patrón concuerda con lo observado por Travel et al. (2010) quienes determinaron que al inicio de la postura los huevos presentan

una forma más redondeada, que tiende a alargarse conforme el ciclo avanza, al igual que con lo afirmado por Kontecka et al. (2012) quienes demuestran que a medida que el ciclo de producción progresa y aumenta la edad de las gallinas, no solo aumenta el peso de sus huevos sino que también cambia su forma y los huevos se vuelven más alargados. Monira et al. (2003) y John-Jaja et al. (2016) también informaron una disminución significativa del valor del índice de forma con la edad del lote de reproductoras. Esta modificación de la forma del huevo es función de la tonicidad muscular del oviducto de la gallina, la que depende de la edad de la misma (Travel et al., 2010). Otros autores (Günlü et al., 2003; Van Den Brand et al., 2004) explicaron la disminución del índice de forma de los huevos con la edad de la gallina argumentando que dicho índice es directamente proporcional a la anchura del huevo y está inversamente relacionado con la longitud del mismo, lo que implica, tal como lo informan John-Jaja et al. (2016), que con el aumento de la edad de las aves, la velocidad a la que los huevos se alargan es mayor que aquella con la que se ensanchan. En coincidencia con esta afirmación, el estudio dinámico de la modificación del índice de forma de los huevos puestos por las aves de los tres genotipos en evaluación presentó un patrón decreciente con la edad. Dado que, como se mencionó, el índice de forma es una variable derivada que relaciona la longitud y la anchura del huevo, dos caracteres con patrones crecientes a medida que progresa la etapa de postura, la disminución del valor del índice de forma surge de un aumento proporcionalmente mayor del denominador de la fórmula de cálculo (la longitud del huevo) que de su numerador (la anchura el huevo). El aumento de la longitud fue del 15,0 % en Campero Casilda, del 10,3 % en Negra INTA y del 9,3 % en Rhode Island Red. El aumento de anchura, por su parte, fue del 12,2 %, del 6,4 % y del 5,2 %, respectivamente. La relación entre ambos se tradujo en una reducción del valor del índice de forma del 2,6 %, del 3,6 % y del 3,5 % en los tres grupos genéticos. Similar comportamiento ha sido descrito por Kul y Seker (2004) y por Nowaczewski et al. (2010) en huevos de codorniz, por Kontecka et al. (2011) en huevos de avestruz y por Nowaczewski et al. (2008) en huevos de gallinas de Guinea.

Dadas las diferencias entre genotipos en relación con la edad de inicio de su postura, en la comparación a igual edad cronológica Campero Casilda presentó huevos redondeados al inicio del ciclo para luego pasar a poner huevos de forma satisfactoria a diferencia de Rhode Island Red y Negra INTA que lograron esa categoría de clasificación deseable en una edad más temprana. Si bien los huevos puestos por las aves de los tres grupos aumentaron su peso y su longitud en forma constante con el transcurrir de la etapa productiva, los mismos no

modificaron sustancialmente su anchura lo que permitió clasificar su forma como satisfactoria. El índice de forma, pese a presentar fluctuaciones puntuales en los períodos evaluados, se mantuvo en valores similares en los tres genotipos. Las aves de los tres grupos comenzaron su postura con huevos de forma ligeramente redondeada, con valores del índice mayores a 76, y la finalizaron con huevos de forma satisfactoria. Negra INTA fue el primero en alcanzar esta última categoría a las 49 semanas de edad, seguido de Rhode Island Red a las 52 semanas y, por último, Campero Casilda a las 58 semanas.

Las asociaciones significativas de signo positivo entre el índice de forma y la resistencia de la cáscara y de signo negativo con la incubabilidad (Blanco et al., 2014) determinan que los huevos redondeados presenten mayor resistencia pero menor aptitud como huevos incubables y viceversa, y justifican monitorear los cambios que el mismo muestra durante el ciclo, dinámica que difiere entre genotipos. Canet et al. (2018/19) estudiaron la forma y el tamaño de los huevos puestos por gallinas de cinco poblaciones sintéticas utilizadas como genotipos maternos para la producción de pollos Campero INTA, en dos edades del primer ciclo de postura: a las 30 y a las 43 semanas. Dos de dichas poblaciones -las sintéticas A y ES- participan del cruzamiento utilizado como progenitor femenino de Campero Casilda. Las aves de la sintética A se caracterizaron por poner huevos redondeados en las dos edades mencionadas, y difirieron en forma significativa de las otras cuatro poblaciones sintéticas que, en conjunto, tendieron a poner huevos de forma satisfactoria. Este comportamiento ha sido observado también en gallinas Leghorn (Anderson et al., 2004; Blanco et al., 2014) y en cuatro razas de pollos de origen kurdo (Shaker et al., 2017). Aun cuando ni la resistencia a la rotura ni la incubabilidad se evaluaron en forma directa, la dinámica de la forma posibilita hacer algunas inferencias respecto de las mismas. Si bien en relación con los otros dos grupos de aves camperas, los huevos Campero Casilda presentan como ventaja comparativa una forma asociada a un mejor comportamiento frente a las roturas durante mayor parte del ciclo, dicha característica requiere ser tomada en consideración en relación con su incubabilidad ante la propuesta de utilizar al cruzamiento de tres vías como población base para el desarrollo de una sintética doble-propósito destinada a sistemas semi-intensivos.

El tamaño del huevo, en principio, nada dice de su composición interna, es decir de los valores de sus tres componentes mayores, a saber: yema, albumen y cáscara. Un huevo de gallina promedio contiene un 30 % de yema, un 60 % de albumen y un 10 % de cáscara, pero

estas proporciones varían con la edad del ave y, para una edad dada, con el peso del huevo (Nys & Sauveur, 2004). A medida que progresa el ciclo de postura el peso del huevo aumenta y paralelamente aumenta la proporción de yema y disminuyen las proporciones de albumen y cáscara. La proporción de cada componente también se ve afectada por factores genéticos tales como la raza o por la estirpe dentro de una raza dada, y por factores ambientales (Marion et al., 1965; Sáinz et al., 1983; Suk & Park, 2001).

Los huevos de gallina se producen con destinos diversos: para incubar, para consumo directo como huevos de mesa o para su procesamiento industrial (Icken et al., 2014). La proporción más adecuada de yema, albumen y cáscara guarda relación con su destino final y puede ser modificada por selección artificial (Hartmann et al., 2000). En el caso de los huevos incubables la yema es la principal fuente de lípidos mientras que el albumen representa la principal fuente de agua y proteínas, nutrientes indispensables para el embrión en desarrollo (Zhu et al., 2020). El huevo de mesa, además de fuente de nutrientes, contiene componentes biológicamente activos con actividad antibacteriana, antiviral, inmunomoduladora y anticancerígena de importancia para la salud humana y la prevención de enfermedades (Hartmann & Wilhelmson, 2001). El potencial de algunos de estos componentes ha sido corroborado y entre ellos pueden mencionarse la lisozima y la avidina abundantes en el albumen, y la inmunoglobulina Y (IgY) y la lecitina de la yema (Mine & Kovacs-Nolan, 2004).

El estudio del comportamiento de los componentes mayores de los huevos puestos por los diferentes grupos genéticos en estudio se llevó a cabo en forma transversal, con el fin de detectar interacciones genotipo x período de registro, y en forma longitudinal, para caracterizar su comportamiento dinámico.

En la primera etapa del ciclo de postura, lapso que incluyó las semanas 26, 30 y 34 de edad cronológica, se observaron interacciones genotipo x edad de registro significativas para proporción de yema y proporción de cáscara y marginalmente significativa para la relación yema: albumen. La proporción de yema presentó un comportamiento creciente con la edad frente al comportamiento decreciente de la proporción de albumen correspondiendo mayor porcentaje de yema a los huevos Campero Casilda, valores intermedios a Negra INTA y los menores valores a Rhode Island Red. El ranking de genotipos se invirtió en el caso de la proporción de albumen y, por ende, se conservó para la relación yema:albumen. Para estos componentes, y a diferencia de lo observado para la cáscara, las interacciones no involucraron

cambios de orden sino diferencias de magnitud entre grupos genéticos en los diferentes momentos. El significado de la interacción sobre la proporción de cáscara se debió al comportamiento del carácter entre las 26 y las 30 semanas con un aumento de su valor en Negra INTA y disminución del mismo en Campero Casilda, frente a la estabilidad observada en Rhode Island Red. El mayor contenido proporcional de yema y, por ende, menor contenido de albumen y mayor relación yema: albumen observado en Campero Casilda posiblemente esté asociado a que, por su madurez sexual más tardía, el cruzamiento de tres vías se encuentra en un estadio más temprano del ciclo en términos de edad de postura.

En el lapso comprendido por las 38, 42 y 46 semanas de edad cronológica no se observaron interacciones significativas lo que puso en evidencia un comportamiento similar de los componentes mayores del huevo puestos por las aves de estos genotipos en los tres períodos incluidos en el análisis. El período de registro mostró un efecto significativo esperable sobre el peso del huevo que aumentó con la edad y para la proporción de cáscara que presentó un comportamiento errático en tanto disminuyó entre las semanas 38 y 42 y aumentó hasta los valores previos entre las semanas 42 y 46. En ambos caracteres se observó también un efecto significativo del grupo genético atribuible al menor peso del huevo y la mayor proporción de cáscara en Rhode Island Red. Ni la proporción de yema ni la proporción de albumen mostraron variación significativa en función del período de registro pero sí del grupo genético, con valores promedio para todo el período de proporción de yema ($CC > NI > RIR$) y proporción de albumen inversa ($CC < NI < RIR$). En este período del ciclo de postura, Campero Casilda puso huevos de peso similar a Negra INTA y más pesados que Rhode Island Red y con mayor proporción de sólidos que los dos genotipos semi-pesados.

A las 50, 54 y 58 semanas el efecto de la interacción sólo fue significativo para la proporción de cáscara atribuible a que Campero Casilda mostró el mayor valor en la semana 50 y el menor valor en la semana 58. Se observó efecto del genotipo sobre el peso del huevo, la proporción de yema y albumen y la relación Y:A, mientras que la edad presentó un efecto marginalmente significativo sobre el peso del huevo debido a que las gallinas ya se encontraban en una etapa avanzada del ciclo, y sobre la proporción de yema y albumen, pero no afectó la relación Y:A. En esta etapa los huevos puestos por las aves Campero Casilda conservaron la condición de presentar el mayor contenido de sólidos totales debido a su mayor contenido relativo de yema.

Por último, entre las 62, 66 y 70 semanas de edad no se observaron efectos de la interacción en ninguno de los caracteres. La proporción de yema mostró un comportamiento especular en relación a la proporción de albumen, con mayor valor en Campero Casilda, menor valor en Rhode Island Red y valores intermedios en Negra INTA. El periodo de registro no afectó la proporción de los componentes mayores ni la relación Y:A, mientras que el factor grupo genético tuvo un efecto significativo sobre todos los caracteres. Esta evidencia muestra que en la etapa final del ciclo de postura, los huevos puestos por los diferentes grupos ya han estabilizado su constitución expresada en términos de proporción de los componentes mayores. Las gallinas Campero Casilda produjeron los huevos con mayor contenido proporcional de yema y menor contenido de albumen y, por ende, con mayor relación Y:A, mientras que a Rhode Island Red le correspondieron los huevos con menor relación Y:A y a Negra INTA huevos con valores intermedios. La mayor proporción de yema de los huevos puestos por Campero Casilda tiene trascendencia por el valor nutricional de este componente sumado a que se trata de un genotipo propuesto como ave doble propósito.

En el análisis conjunto de los 12 períodos la yema mostró efectos significativos del genotipo, el período de registro y de la interacción. El efecto del período de registro reprodujo el aumento del componente con la edad. Independientemente del efecto de la edad este componente mostró siempre el ranking Campero Casilda > Negra INTA > Rhode Island Red. El significado de la interacción se debió a que si bien los huevos puestos por Campero Casilda siempre presentaron mayor contenido de yema, la magnitud de las diferencias entre genotipos no fue igual en todos los períodos. El efecto de la interacción no fue significativo en el caso del albumen, componente que se vio afectado por el grupo genético en tanto, independientemente de la edad, el ranking fue Campero Casilda < Negra INTA < Rhode Island Red, y por el período de registro con disminución en los huevos puestos a mayor edad. Estas tendencias se reflejaron en la relación entre ambos componentes con un efecto significativo del genotipo -Campero Casilda > Negra INTA > Rhode Island Red-, con un aumento en los huevos puestos a mayor edad y diferencias en la magnitud de las diferencias entre grupos y entre períodos pero sin modificación del orden de mérito. Este comportamiento global reafirma la ventaja comparativa de Campero Casilda en términos del valor nutricional del huevo por su mayor relación yema:albumen a lo largo de todo el ciclo de postura.

Como lo pone de manifiesto al análisis transversal, el comportamiento del peso y la proporción de yema, albumen y cáscara a lo largo del ciclo presentó particularidades que dificultaron las generalizaciones. En determinaciones a edad constante, la proporción de yema se asocia negativamente con el peso del huevo porque si bien los huevos de mayor tamaño presentan mayor contenido absoluto de los tres componentes, el contenido relativo de yema es menor que el contenido de albumen. Por el contrario, la proporción de yema está positivamente asociada a la edad de la gallina. A medida que avanza el ciclo aumenta el peso del huevo y de sus componentes pero el peso de la yema lo hace a una tasa mayor que el peso del albumen y el de la cáscara por lo que su proporción aumenta mientras que las proporciones de los otros dos componentes mayores disminuyen. El contenido de sólidos totales del huevo también puede ser modificado por causas ambientales tales como las manipulaciones de la dieta (Shafer et al., 1998). Por esta razón, diversos autores han modelizado el comportamiento dinámico de los componentes mayores del huevo principalmente con el objetivo de disponer de información para optimizar los programas de alimentación tanto de gallinas ponedoras (Bendezu et al., 2018) como reproductoras (Ferreira et al., 2015).

La importancia de la dinámica de los componentes mayores se vincula, como se mencionó con anterioridad, con la condición del huevo de gallina de ser un recurso nutricional de particular interés como fuente económica de proteínas, lípidos esenciales, vitaminas, minerales y elementos traza de origen animal (Drewnowski, 2010) y de componentes bioactivos de potencial trascendencia como nutraceuticos (Réhault-Godbert et al., 2019). Campero Casilda presentó mayor proporción de yema, menor proporción de albumen y mayor relación yema:albumen que los valores informados para gallinas Fayoumi y sus cruzamientos con Leghorn, mientras que los valores observados en Rhode Island Red son coincidentes con relevamientos previos en la misma estirpe de esta raza (Dottavio et al., 2005). Los valores asintóticos de la relación yema:albumen en Campero Casilda fueron también mayores a los de un conjunto de ponedoras comerciales y gallinas reproductoras evaluadas a edades fijas entre las 47 y 87 semanas de edad (Harms & Hussein, 1993). La mayor proporción de yema y la menor proporción de albumen de los huevos de Campero Casilda se tradujeron en una mayor relación Y:A, y por ende de sólidos totales, a lo largo de todo el ciclo de postura. Esta característica representa una ventaja comparativa de este genotipo en términos del valor nutricional de sus huevos, característica de particular trascendencia en relación con la población

con necesidades básicas insatisfechas participante del Programa Prohuerta que representa su principal destinataria.

Además del comportamiento de los componentes mayores, también interesa conocer el de algunos indicadores de la calidad interna en tanto el huevo de gallina, entendiéndose por tal el óvulo de *Gallus gallus* completamente evolucionado, fecundado o no, con sus correspondientes reservas de sustancias nutritivas y su revestimiento calcáreo (SENASA, 2013), representa uno de los componentes básicos de la alimentación humana hecho que lo torna motivo de preocupación para productores y consumidores.

La denominada calidad interna del huevo, incluye un conjunto de propiedades funcionales, estéticas y microbiológicas de la yema y el albumen (Honkatukia et al., 2011). Si bien gran parte de la información generada al respecto enfatiza la relación entre la calidad del huevo y las condiciones en las que el mismo es almacenado luego de su recolección (Duman et al., 2016; Kirunda & Mckee, 2000; Kumari et al., 2020; Tharrington et al., 1999; Tůmová et al., 2018; van den Brand et al., 2004; Vlčková et al., 2019) aspecto no evaluado en esta tesis, los efectos de la edad de la gallina y de la raza, línea o estirpe también han concitado la atención de los investigadores (Beaumont et al., 2010; Begli et al., 2010; Casas Rodríguez et al., 2016; Vlčková et al., 2019) al igual que el sistema de producción utilizado (Yenice et al., 2016) y la densidad de alojamiento (Carrazzoni de Menezes et al., 2012).

Desde el punto de vista del consumidor adquieren preeminencia cuestiones tales como la calidad microbiológica y la frescura, propiedad esta última que se evidencia principalmente en el volumen de la yema y en la densidad del albumen por lo que, los índices de yema y de albumen son, conjuntamente con las Unidades Haugh, los principales indicadores utilizados para caracterizar la calidad interna de los huevos de gallina. Todos ellos son variables complejas derivadas en forma indirecta por cálculo a partir de mediciones efectuadas sobre ambos componentes del huevo. Los valores de dichos indicadores de calidad en un momento dado del ciclo de postura y su comportamiento dinámico a lo largo del mismo dependen, por tanto, de los valores particulares que presentan las variables de medición directa que intervienen en dicho cálculo: en el caso del índice de yema, la altura y el diámetro de la misma y en el caso del índice de albumen, su altura, diámetro y longitud. Las unidades Haugh propuestas por Raymond Haugh en 1937, por su parte, son también función de la altura del albumen y, para su cálculo, se utiliza una escala logarítmica y un ajuste por el peso del huevo del orden de 0,05 mm/g

derivado por regresión (Eisen et al., 1962). Pese al uso generalizado de las unidades Haugh su validez ha sido cuestionada sobre la base que el ajuste por el peso del huevo no es correcto e introduce una distorsión en el indicador (Silversides et al., 1993; 1994; 2004). Por esta razón Silversides et al. (1994) propusieron utilizar directamente la altura del albumen denso de modo tal de obviar el efecto distorsivo de la corrección por peso del huevo.

Los indicadores de calidad de los huevos mencionados se estudiaron con dos enfoques: transversal, destinado a identificar, al igual que en el caso de los componentes mayores, potenciales interacciones genotipo x período de estudio, y longitudinal, con el objetivo de caracterizar su comportamiento dinámico.

En el inicio del ciclo de postura, a las 26, 30 y 34 semanas de edad, el análisis transversal mostró ausencia de interacciones significativas sobre los caracteres de la yema lo que permitió evaluar la trascendencia de los efectos principales. En tal sentido se observaron efectos significativos del genotipo sobre la altura y el diámetro de la yema, con menores valores de ambos indicadores en Rhode Island Red, y de la edad sobre los tres indicadores medidos en este componente en tanto todos ellos aumentaron con el progreso de la postura. Ninguno de los efectos resultó significativo en el caso de la longitud de albumen, si bien el efecto edad fue marginalmente significativo. El significado estadístico de las interacciones sobre los indicadores vinculados con el albumen (altura, anchura, índice y unidades Haug) se explican por el comportamiento diferencial de la altura del mismo en Rhode Island Red, que se traduce en un comportamiento similar de las dos variables derivadas (índice de albumen y unidades Haugh) en cuyo cálculo interviene. En el caso del ancho del albumen la interacción se explica por el elevado valor del carácter en los huevos puestos por Negra INTA en la primera edad de registro. Los valores de altura de la yema, altura del albumen y Unidades Haugh son superiores a los informados en cuatro razas de gallinas reproductoras criollas venezolanas (Galíndez et al., 2014). Los valores correspondientes a las unidades Haugh, mayores en todos los casos a 90, se consideran excelentes y muy superiores al valor límite de 60 aceptable para un huevo destinado al consumo, en coincidencia con el hecho de tratarse de huevos procesados en el día posterior a la ovoposición y conservados con control de la temperatura ambiente. En general, en el inicio de la actividad de puesta, a excepción de la altura y el diámetro de la yema, los tres genotipos evaluados presentaron huevos de similar calidad interna. Las diferencias en las mediciones efectuadas sobre la yema, atribuibles a los menores valores relevados en Rhode Island Red, si

bien estadísticamente significativas, no son de magnitud tal como para dar lugar a diferencias significativas en el índice de yema, variable derivada que combina ambos caracteres habitualmente considerada como indicador de calidad.

En el lapso comprendido entre las 38, 42 y 46 semanas de edad cronológica se observó un efecto significativo de la interacción sobre el valor promedio del índice de yema lo que dificultó la interpretación de los efectos del genotipo y el período de registro. La misma se explica porque, si bien los tres genotipos parten de valores similares, Rhode Island Red mantuvo el valor del indicador en las tres edades, en Negra INTA se constató una disminución de los valores con la edad, particularmente entre las semanas 38 y 42, mientras que en Campero Casilda los valores se mantuvieron en las dos primeras edades y aumentaron en la última, comportamiento asociado a diferencias en la altura de la yema más que en su diámetro. El efecto de la interacción no fue significativo ni sobre el índice de albumen ni sobre las unidades Haugh. Tampoco se observó efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre dichas variables. La edad, por su parte, afectó a los dos indicadores de calidad vinculados con el albumen los que mostraron, en ambos casos, una tendencia decreciente, en particular entre las semanas 38 y 42, atribuible a igual tendencia mostrada por la altura del albumen, variable que interviene en la fórmula de cálculo de uno y otro. En esta etapa del ciclo, la pérdida de calidad interna de los huevos con la edad se vinculó más con modificaciones del albumen que de la yema y dicho comportamiento difirió entre los diferentes genotipos evaluados.

En el período comprendido por las semanas 50, 54 y 58 no se observó efecto significativo de la interacción sobre los índices de yema y albumen ni sobre las unidades Haugh. El genotipo afectó marginalmente el valor del índice de yema con menor valor del indicador en Negra INTA y el del índice de albumen, debido al menor valor en este caso de Rhode Island Red, sin efecto sobre las unidades Haugh. La edad de determinación, por su parte, afectó el índice de yema, respuesta adjudicable al aumento del indicador en la tercera edad de registro y, en menor medida el índice de albumen y las unidades Haugh, ambos con mayores registros a las 58 semanas. Independientemente de los efectos mencionados los huevos presentaron una buena calidad al finalizar las gallinas un primer ciclo de postura corto de 60 semanas de duración.

A las 62, 66 y 70 semanas de edad cronológica, fase final de un período de postura largo, no se observaron interacciones significativas para los tres indicadores que resumen la calidad

de la yema y del albumen. El índice de yema mostró efecto del genotipo atribuible al mayor valor promedio para las tres edades de los huevos puestos por Campero Casilda, sin diferencias entre los dos grupos de aves semipesadas. Los valores de los indicadores de calidad de albumen, por su parte no difirieron significativamente entre genotipos. Para los tres indicadores se constató un efecto significativo de la edad atribuible a que, para los tres grupos genéticos por igual, se observó un aumento en el valor promedio de los mismos entre las semanas 62 y 66 y una disminución en la semana 70 posiblemente debido a un retraso en la determinación en el caso del albumen que disminuyó su altura y aumentó su longitud y su ancho en la última fecha de registro. En el caso de la yema, la disminución del índice se debió a una disminución de la altura y un aumento del diámetro del componente en dicho período. En consecuencia, al finalizar un primer ciclo de postura largo de 72 semanas de duración, los huevos del cruzamiento Campero Casilda presentaron mejor calidad de la yema, sin diferir de las aves semipesadas Negra INTA y Rhode Island Red en cuanto a la calidad del albumen. Independientemente de estas diferencias, a esta edad avanzada del ciclo los huevos presentaron, en líneas generales, excelentes valores de UH (> 90) muy superiores al límite de aceptación del consumidor (≈ 60) e índices de yema superiores a los valores habituales de 40-42.

En el caso del enfoque longitudinal, el primer hecho a remarcar en las comparaciones efectuadas es que solo se observaron diferencias en el comportamiento dinámico de las variables medidas en la yema -altura y diámetro- las que no se tradujeron en diferencias significativas en los valores del índice derivado, mientras que los patrones temporales de las variables medidas en el albumen -altura, longitud y ancho- y los dos indicadores obtenidos por cálculo -índice de albumen y unidades Haugh- no difirieron entre genotipos. Esta particularidad permite plantear efectos diferenciales del genotipo sobre los componentes mayores -yema y albumen- habitualmente utilizados para describir la calidad interna de los huevos.

El índice de yema ha sido utilizado como indicador de la calidad del huevo desde los trabajos de Sharp y Powell en la década de 1930. Los valores tomados como referencia difieren según las fuentes. De acuerdo con el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de la Argentina (SENASA, 2013) los límites son de 0,44 para huevos de calidad “A” y de 0,39 para los de calidad B. En otros casos (DSM, 2018) que enfatizan su uso como indicador de frescura en relación al tiempo de almacenaje, los huevos con un índice de yema superior a 0,38 se consideran extra frescos, aquellos con valores comprendidos entre 0,28 y 0,38 como frescos

y los que están por debajo de 0,28 se consideran regulares. En el estudio dinámico de este indicador en Campero Casilda, Negra INTA y Rhode Island Red, si bien con una tendencia negativa a nivel muestral, las pendientes no difirieron significativamente de cero indicando un efecto nulo de la edad de la gallina sobre el valor promedio del índice de yema y, a diferencia de lo observado por otros autores que describen efectos significativos del genotipo (Tůmová et al., 2018) las tres poblaciones evaluadas presentaron, en promedio, un índice de 0,483 a juzgar por el valor de la ordenada al origen común de sus rectas de regresión.

Con respecto al albumen, tanto su altura per se, como las Unidades Haugh calculadas en base a su valor, representan los dos indicadores estándar para evaluar la calidad interna del huevo (Silversides & Scott, 2001). Se ha informado (Poggenpoel, 1986) que la calidad del albumen es un carácter de heredabilidad moderada y, mediante estudios genómicos ha sido posible identificar regiones cromosómicas específicas relacionadas con el carácter lo que ha contribuido a comprender su base genética (Hansen et al., 2005; Abasht et al., 2009; Honkatukia et al., 2013) También se ha informado (Scott & Silversides, 2000; Silversides & Scott, 2001) que la altura del albumen está afectada por la edad y la raza de la gallina. Los resultados presentados acuerdan con los antecedentes que mencionan efectos de la edad de las aves en tanto los valores de la altura y las unidades Haugh, así como los de la longitud y anchura del albumen mostraron patrones no lineales en función de la edad de las gallinas. La longitud y la anchura presentaron patrones crecientes mientras que la altura y las unidades Haugh patrones decrecientes, todos ellos compatibles con el deterioro del albumen con el progreso del ciclo productivo. En el caso de las unidades Haugh su valor tiende a disminuir debido al aumento del peso del huevo con el progreso del ciclo de postura y su participación en la ecuación utilizada para su cálculo (Casas Rodríguez et al., 2016). Esta menor calidad del albumen en los huevos producidos por las gallinas de mayor edad se debe al paulatino deterioro de la calidad de las proteínas que se depositan durante su formación (Leeson et al., 1997). Sin embargo, la edad de la gallina por sí sola no es causa de valores inferiores a 60 UH considerado como el límite de aceptación del consumidor por lo cual para que dicho límite se supere, la edad del ave debe combinarse con otros factores (Castelló et al., 2010). Honkatukia et al. (2013) mencionan que lo que caracteriza a un huevo fresco y de buena calidad es la presencia de un albumen firme y gelatinoso que actúa como anclaje de la yema y dificulta el crecimiento de microorganismos patógenos. A medida que el huevo envejece, la estructura gelatinosa colapsa, dando lugar a un albumen delgado y líquido hecho ocasionalmente presente en huevos frescos, dando la

impresión de un producto de baja calidad. Entre las causas de deterioro del albumen posteriores a la puesta del huevo está relacionada con características de la cáscara y las membranas testáceas. Una cáscara intacta con buenas membranas interna y externa se asocia con una mejor calidad del albumen. Esta afirmación, de aplicación general, adquiere mayor importancia durante el almacenamiento, en tanto evita la evaporación y el escape de gases a través de los poros de la cáscara, particularmente dióxido de carbono con la consiguiente alcalinización del contenido del huevo (Jin et al., 2011). El Manual del Departamento de Agricultura de las EE.UU. (USDA. 2000) establece valores de Unidades Haugh superiores a 72 para huevos de calidad excelente (AA), valores comprendidos entre 60 y 72 para los de calidad alta (A) y valores menores a 60 para huevos de calidad inferior (B). El patrón decreciente de las Unidades Haugh en función de la edad de las aves alcanzó, independientemente del genotipo considerado, un valor asintótico inferior de 88 UH por lo que, pese al deterioro atribuible al menor valor de la altura del albumen con el progreso del ciclo de producción, los huevos presentaron calidad excelente en todo el lapso estudiado.

En comparación con ponedoras livianas Leghorn (Rath et al., 2015) los genotipos semi-pesados y pesado evaluados presentaron a una edad común de 40 semanas menor diámetro, mayor altura y mayor índice de yema, juntamente con menor longitud, altura e índice de albumen y mayor anchura de este componente y mayores Unidades Haugh. En el caso del índice de yema y las unidades Haugh los valores también fueron superiores a los informados para gallinas pesadas (Casas Rodríguez et al., 2016), no así el índice de albumen que presentó un menor valor al finalizar el ciclo.

Como se puntualizó con anterioridad, los genotipos evaluados, en particular Campero Casilda y Negra INTA, se distribuyen a través del Programa de políticas públicas Prohuerta destinado a la promoción de prácticas agroecológicas para el autoabastecimiento, la educación alimentaria y la venta de excedentes en mercados alternativos con una mirada inclusiva de las familias productoras. En este contexto puede afirmarse que sus huevos se caracterizan por presentar una elevada calidad interna la que se mantiene a lo largo de todo el ciclo de postura sin diferencias en los indicadores vinculados con el albumen, pero con un comportamiento más ventajoso del componente yema en el caso del cruzamiento de tres vías Campero Casilda hecho que, comparativamente, lo valoriza en este aspecto como ave doble propósito para sistemas alternativos frente a los otros dos genotipos.

Los huevos de gallina se comercializan en base a categorías de tamaño estándar con precios diferenciales. La presión de selección aplicada para aumentar el peso del huevo por una parte en su condición de componente básico de la eficiencia de producción en los sistemas de avicultura de puesta pero también como respuesta a la demanda de los consumidores por huevos de mayor tamaño, también modificó la distribución de los mismos en las diferentes categorías (Akbar et al., 1983; Jones et al., 2001). Esta cuestión presenta diferentes connotaciones según se trate de ponedoras o de reproductoras en tanto el tamaño de los huevos, tal como se discutió, se relaciona con preferencias de los consumidores en el primer caso y con su incubabilidad en el segundo. Además, es de esperar que la clasificación de los huevos, en tanto refleja diferencias en el peso de los mismos, esté asociada a diferencias en la proporción de sus componentes mayores (yema y albumen), asociación que muestra comportamientos particulares según el genotipo de las aves, su edad y la dieta que reciben.

Una cuestión a tener en cuenta con respecto a la clasificación comercial de los huevos se relaciona con los efectos de la forma de estos sobre su categorización en un clasificador comercial. Álvarez et al. (1996) estudiaron el peso y la forma de 10 huevos consecutivos muestreados a las 30 semanas de edad en tres razas de gallinas de diferente peso corporal maduro: semi-pesadas (Rhode Island Red), livianas (White Leghorn) y extra-livianas de base poligénica (Fayoumi) y en los cruzamientos simples con madre Fayoumi y padres de los otros dos grupos genéticos. Acompañando a las diferencias en peso corporal, los tres genotipos parentales se diferenciaron en el peso promedio de sus huevos correspondiendo los más pesados a Rhode Island Red, los más livianos a Fayoumi y valores intermedios a Leghorn. Los huevos de Fayoumi y Rhode no se diferenciaron en su forma pero ambos fueron más redondeados que los huevos puestos por las hembras Leghorn. Al analizar genéticamente el comportamiento del peso del huevo con base en el comportamiento de los cruzamientos mencionados, se constató que mientras dicho carácter mostró aditividad en el cruzamiento con padre Leghorn, presentó dominancia del alto peso en el cruzamiento con padre Rhode. La forma del huevo, por su parte, mostró desviación dominante en el sentido de Fayoumi, con huevos más redondeados en el cruzamiento con Leghorn y heterosis negativa en el caso del cruzamiento con Rhode grupo este último que presentó huevos más redondeados que el promedio de ambas razas parentales. Si bien los cruzamientos simples no se diferenciaron ni en el peso ni la forma de sus huevos, la categorización en un clasificador comercial mostró diferencias entre ambas combinaciones presentando el cruzamiento con padre Leghorn mayor proporción de huevos grandes y menor

proporción de huevos medianos. Es decir, que pese a no existir diferencias en el peso promedio ni en la forma promedio de los huevos puestos por las aves de ambos cruzamientos, el rango observado en el índice de forma, dada la desviación dominante de la forma del huevo a favor de Fayoumi -huevos más redondeados- en el cruzamiento con padre Leghorn en comparación con la heterosis negativa para el carácter -huevos más alargados- en el cruzamiento con padre Rhode Island Red, una mayor proporción de los huevos puestos por los primeros clasificó en una categoría de mayor valor comercial. Resultados similares habían sido informados por Canet et al. (1989) a partir de un estudio genético de la forma y el tamaño de los huevos puestos por aves Leghorn, Rhode Island Red y sus híbridos recíprocos a las 29 y a las 43 semanas de edad. Las aves Leghorn pusieron huevos más alargados -menor índice de forma- que las aves Rhode Island Red. Dado que los híbridos con madre Leghorn no se diferenciaron de las aves Leghorn en la forma del huevo, como tampoco lo hicieron los híbridos con madre Rhode Island Red de las aves de este último genotipo, se observó un efecto materno significativo en tanto los híbridos con madre Leghorn pusieron huevos más alargados que aquellos con madre Rhode Island Red. El alto peso del huevo, por su parte, mostró un comportamiento dominante, similar a lo observado en el peso corporal, en tanto las aves Leghorn pusieron los huevos más livianos y no se observaron diferencias entre los cruzamientos recíprocos, ni entre estos y las aves Rhode Island Red. La combinación de dominancia para alto peso del huevo y efecto materno para la forma del mismo permitió obtener huevos igualmente pesados, pero con diferente forma, en ambos híbridos recíprocos. Esta evidencia enfatiza la trascendencia que la forma del huevo puede tener cuando en vez de registrar el peso como indicador de tamaño -criterio cualitativo- se utiliza este tipo de clasificadores -criterio cualitativo- para discriminarlos por su tamaño razón por la cual en este trabajo se utilizaron ambos criterios.

Para la caracterización tanto cuantitativa como cualitativa de la clasificación comercial de los huevos puestos por las gallinas Campero Casilda se evaluó la evolución de las diferentes categorías entre las 25 y las 72 semanas de edad cronológica de las aves. En ambos casos se identificaron los patrones de modificación temporal de los aportes efectuados por cada categoría de tamaño y, a partir del estudio del área absoluta bajo las curvas respectivas se identificó la localización del valor máximo para cada categoría, las edades mínimas y máximas de presentación y el aporte relativo del área correspondiente a cada categoría al valor resultante de sumar la totalidad de todas las áreas.

En lo que respecta a la caracterización cuantitativa, el análisis descriptivo puso en evidencia, como era predecible un predominio de huevos de bajo tamaño, de extra livianos a medianos, al inicio del ciclo. La categoría de huevos Extra Livianos presentaron su máximo valor en ese momento pero su frecuencia se hizo nula al cabo de dos semanas. Los huevos Muy Livianos también presentaron su máximo aporte al comenzar la postura, su participación fue mayor a la de los de la categoría Extra Livianos y su contribución perduró por un par de semanas adicionales respecto de los de la categoría inferior. Los huevos Livianos, por su parte, fueron los más frecuentes en esta etapa inicial en tanto representaron aproximadamente la mitad de los recolectados al comienzo de la postura, participación que con un comportamiento decreciente terminó por agotarse hacia las 38 semanas de edad. Los huevos categorizados como Medianos, con pesos comprendidos entre los y los 62 g se observaron a lo largo de todo el ciclo con un pico del 32 % a las 67 semanas de edad. Los huevos Pesados y Extra Pesados estuvieron presentes prácticamente desde las primeras semanas -26 y 28 semanas de edad respectivamente. Estas dos categorías se diferenciaron en que mientras los huevos Pesados si bien presentaron la mayor área relativa, aumentaron su participación hasta las 46 semanas, momento a partir del cual presentaron un aporte decreciente, los Extra Pesados mantuvieron un comportamiento creciente durante todo el ciclo. En el caso de los últimos su presencia al inicio del ciclo disminuyó hasta la semana 28 en la que no se contabilizaron unidades en dicha categoría para luego comenzar a incrementar su aporte al total de unidades recolectadas. Esos primeros huevos estuvieron representados por unidades doble yema, comúnmente observadas en el inicio de la actividad reproductiva de las ponedoras pesadas. En general, este patrón descrito para Campero Casilda guarda similitud con el observado para otros dos genotipos de reproductoras camperas en estudios previos (Martines et al., 2015c).

El comportamiento de las diferentes categorías de tamaño del huevo determinadas con un criterio cualitativo utilizando un clasificador comercial y la misma modalidad de análisis permitió identificar otras particularidades. En este caso, por ejemplo, no se observaron huevos Extra Chicos posiblemente debido a que por su forma redondeada propia de los primeros huevos, quedaron retenidos en la última bandeja del clasificador y se incluyeron en la categoría de huevos Chicos. Las categorías restantes estuvieron presentes desde el momento en el que se dio inicio al registro. Tanto los huevos Chicos como los Medianos agotaron su contribución a las 30 y a las 39 semanas respectivamente, con valores máximos del 24 % a las 25 semanas en el caso de los primeros y del 51 % a las 26 semanas para los segundos. En los dos casos la

tendencia fue decreciente a partir de los máximos valores iniciales. En el otro extremo de tamaño, los huevos categorizados como Grandes y Extra Grandes se observaron durante todo el ciclo con la diferencia que mientras los de categoría Grande alcanzaron un pico del 58 % a las 31 semanas momento a partir del cual su aporte disminuyó, los Extra Grandes presentaron el mayor área relativa con un comportamiento creciente que alcanzó un pico del 97 % unas 10 semanas antes de dar por finalizado el ciclo.

Luego de esta caracterización, el comportamiento observado en Campero Casilda se comparó con el correspondiente a los dos de genotipos de aves semipesadas controladas en forma contemporánea. A tal fin se utilizaron los criterios cuantitativo y cualitativo y las comparaciones se llevaron a cabo sobre una muestra aleatoria de 100 huevos de cada grupo genético recolectadas a las 32, 40, 48 y 60 semanas de edad cronológica y a las 20, 28, 36 y 44 semanas de postura.

En las comparaciones efectuadas a la misma edad cronológica basadas en las categorías definidas por el criterio cuantitativo la distribución de los huevos en las diferentes categorías de peso no fue homogénea entre genotipos, con presencia de huevos Livianos solo a las 32 semanas de edad. El aporte de huevos Medianos al total de huevos recolectados disminuyó en todos los grupos con el avance en el ciclo de postura, particularmente en Campero Casilda y Negra INTA y de manera menos evidente en Rhode Island Red. En las últimas tres edades los tres genotipos presentaron proporciones variables de huevos Medianos, Pesados y Extra Pesados correspondiendo en todas ellas mayor frecuencia de las categorías de menor peso a Rhode Island Red. Campero Casilda y Negra INTA pusieron en todas las edades huevos más pesados que Rhode Island Red. Negra INTA presentó mayor proporción de huevos Extra Pesados y menor proporción de huevos Pesados que Campero Casilda a las 40 y 48 semanas, relación que se invirtió a las 60 semanas de edad. La categorización cualitativa, por su parte, mostró un efecto marginalmente significativo del grupo genético sobre la homogeneidad de la distribución en las dos primeras edades y significativo en las dos últimas. En coincidencia con la categorización cuantitativa sólo se observaron huevos de menor tamaño, Medianos en este caso, a las 32 semanas mientras que en las edades restantes los huevos categorizaron como Grandes y Extra Grandes. Los huevos grandes mostraron un comportamiento decreciente con la edad que fue compensado con la tendencia creciente en la proporción de huevos Extra Grandes. La proporción de huevos Grandes presentó mayor valor en Rhode Island Red, valores

intermedios en Negra INTA y menores valores en Campero Casilda y, con la excepción de la determinación efectuada a las 40 semanas de edad, los huevos Extra Grandes mostraron la relación inversa: mayor en Campero Casilda, intermedia en Negra INTA y menor en Rhode Island Red.

Tomando en consideración que Campero Casilda inició su postura, en promedio, a los 185 días de edad mientras que Negra INTA y Rhode Island Red lo hicieron a los 157 días, la comparación a la misma edad de postura permitió evaluar a los tres grupos en el mismo momento de sus curvas de producción, obviando de esta manera el efecto confundido incluido en las comparaciones efectuadas a la misma edad cronológica ya mencionado al considerar los efectos del grupo genético sobre la forma de los huevos. Todas las edades relevadas pertenecen a la fase de persistencia de las respectivas curvas de postura en la que el tamaño del huevo se encuentra en franca estabilización, en particular en las tres últimas.

El criterio cuantitativo mostró la presencia de huevos Extra Pesados, Pesados y Medianos, resultado consistente con la etapa del ciclo de postura, y ausencia de homogeneidad entre grupos genéticos en los cuatro momentos. Independientemente de la edad considerada Rhode Island Red presentó siempre la mayor proporción de huevos de menor tamaño, la cual mostró un comportamiento decreciente con el avance del ciclo de producción. Campero Casilda, por su parte, mostró siempre la mayor proporción de huevos Extra Pesados y Negra INTA la de huevos Pesados, a excepción del primer registro a las 28 semanas de postura. Al considerar el criterio cualitativo, en ninguna de las cuatro edades de postura se observaron huevos Medianos, Chicos o Extra-chicos. La distribución de los huevos en las categorías Extra Grande y Grande, por su parte, no fue homogénea entre genotipos en ninguna de las edades consideradas. Si bien en los tres grupos genéticos predominaron los huevos de tamaño Extra-Grande, la mayor proporción de estos correspondió a Campero Casilda, con valores intermedios de Negra INTA, a excepción de la determinación efectuada a las 36 semanas, y con la menor proporción en Rhode Island Red. Por lo tanto, independientemente del criterio utilizado, las gallinas del cruzamiento de tres vías, genotipo pesado inicialmente desarrollado como ave para producción de carne, presentó, a la misma edad de postura, huevos de mayor tamaño que los de las dos ponedoras semipesadas.

El aporte diferencial que las diferentes categorías de tamaño de los huevos hacen a la masa total de huevos a lo largo del ciclo impacta sobre la relación de conversión del alimento.

En las explotaciones avícolas el alimento representa una elevada proporción cercana a los dos tercios del total del costo de producción (Zhou et al., 2023), valor que puede ser mayor especialmente en países en desarrollo (Ravindran, 2012), por lo que la relación de conversión del alimento consumido en producto final es de obvia trascendencia. El mejoramiento de la eficiencia alimenticia se ha transformado así en uno de los más importantes objetivos del mejoramiento como estrategia para reducir los costos en alimento (Yang et al., 2020). La principal de dichas estrategias direccionadas a la disminución de dicho impacto consiste en mejorar la eficiencia con la que las aves convierten el alimento que consumen en la salida particular del sistema: carne o huevos. Por tratarse de una expresión del fenotipo, la mejora de los índices de conversión puede lograrse modificando el ambiente, por ejemplo manipulando la formulación de las diferentes raciones, o mediante herramientas genética (de Verdal et al., 2011; Mignon-Grasteau, 2004; Reyer et al., 2015). De acuerdo con Pym (1990) la eficiencia alimenticia puede mejorarse seleccionando por crecimiento, consumo o directamente por la relación de conversión, caracteres todos ellos que han demostrado ser heredables.

Un indicador descrito por primera vez en 1941 (Anene et al., 2021) habitualmente utilizado para estimar la eficiencia del uso del alimento consumido en aves de postura es la relación de conversión del alimento en huevo (Arango, 2009) la cual se define como el alimento consumido por unidad de masa de huevo producida (Yuan et al., 2015a).

En ponedoras la selección sostenida por eficiencia, sumada a modificaciones programadas en el ambiente, han dado como resultado una mejora considerable de este carácter (Flock, 1998) del orden del 42% desde valores de 3,44 en los años 60s a un promedio de 1,98 en 2010 (Pelletier et al., 2014). Si bien durante la etapa productiva del ciclo el alimento consumido es utilizado, fundamentalmente, para la producción de huevos, una parte del mismo se destina a satisfacer las necesidades de mantenimiento (Yuan et al., 2015a). En términos generales, las aves con alta tasa de postura y bajo peso corporal resultan ser eficientes convertidoras de alimento, por lo que el tamaño corporal y la masa de huevos producida determinan la mayor parte de la variancia genética en el consumo de alimento (Arboleda et al., 1976).

En este estudio las gallinas semipesadas se mantuvieron *ad libitum* y al no llevarse registro de su consumo no fue posible estimar su eficiencia alimenticia. Esto si fue posible en Campero Casilda por manejarse con restricción en el aporte de nutrientes. Al discriminar a las

aves de este genotipo en grupos con diferente peso corporal a las 25 semanas de edad, se observó un efecto significativo del peso corporal al inicio del ciclo sobre la producción de huevos con un mayor número de unidades en el caso de las aves de bajo peso. Como el criterio de discriminación no afectó el peso promedio de dichos huevos la diferencia en el número de unidades se tradujo en una diferencia significativa en la masa de huevos puesta por las aves livianas. Si bien el efecto descrito sobre la masa de huevos no fue de magnitud suficiente como para afectar significativamente la relación de conversión, esta tendió a ser mayor en las aves de alto peso. Con el transcurrir de los primeros meses de puesta el efecto del período de registro fue significativo sobre las cuatro variables respuesta con aumento en el número y en el peso de los huevos, aumento de la masa total de huevos y disminución de la relación de conversión, como es de esperar en aves que inician su postura. Los resultados fueron consistentes con la ya mencionada evidencia disponible en gallinas acerca de la incompatibilidad entre crecimiento y reproducción que, en general, indica que los pesos corporales registrados en distintas edades están positivamente correlacionados y que los pesos corporales posteriores a las 21 semanas de edad están negativamente correlacionados con los caracteres reproductivos (Kerr et al., 2001). Estas relaciones son las que hacen necesario mantener a las reproductoras pesadas bajo un régimen de restricción en el alimento ofertado tanto en la fase de recría como así también a lo largo de todo el ciclo de postura. En un segundo tercio del ciclo total, y dado que en todo el lapso evaluado, entre las 37 y las 48 semanas de edad, las aves mantenidas en ambiente restringido, recibieron y consumieron una cantidad fija diaria de 146 g de alimento, con un consumo acumulado semanal de 1022 gramos, la ausencia de diferencias en la masa de huevos producida debido a los similares valores de número promedio y peso promedio de los huevos puestos, se tradujo en un comportamiento estable de la relación de conversión en huevos con valores promedio de 1,286 y 1,238 kg de alimento por kg de masa de huevos producida por las gallinas que inician el período productivo con bajo y alto peso corporal, respectivamente. Debe dejarse constancia, que de estar presentes, pequeñas diferencias en la relación de conversión en huevo pueden traducirse en un aumento sustancial del beneficio final en el proceso productivo y el uso de aves producto del cruzamiento de diferente estirpes como es Campero Casilda, representa una de las estrategias más efectivas para mejorar caracteres de base genética en parte no aditiva como es este caso.

A diferencia de las ponedoras livianas, las reproductoras pesadas no han aumentado la longitud de su ciclo productivo y la disminución de la tasa de postura al final del mismo, junto

con los cambios metabólicos que la acompañan, han transformado al manejo de la alimentación de este tipo de aves en una cuestión clave de la producción avícola (Caldas et al., 2018). A medida que avanza la edad de las aves, aumenta el consumo de alimento y disminuye la masa de huevos producida por lo que aumenta la relación de conversión alimenticia (Arango, 2009). Ante la constancia en el consumo acumulado de alimento y la modificación no significativa de la masa de huevos producida, la relación de conversión no mostró efecto del período de registro al finalizar un primer ciclo de postura corto a las 60 semanas de edad. El comportamiento decreciente de la fase de persistencia de la postura se tradujo en un menor número de huevos respecto de etapas previas, mientras que el patrón exponencial asintótico de la modificación del peso del huevo con la edad llevó a la estabilización en el peso promedio de los huevos, ambas respuestas independientes de la categoría de peso inicial de las gallinas. La conjunción de ambos patrones determinó valores de relación de conversión entre 3,4 y 3,6, muy superiores a los registrados en etapas previas del ciclo. Una vez más, los resultados indicaron que la incompatibilidad entre crecimiento y reproducción reiteradamente mencionada pierde trascendencia hacia el final del ciclo productivo. En esta etapa, la caída de la tasa de postura propia del ciclo del ave disminuye aún más la menor eficiencia de conversión habitual en este tipo de ponedoras pesadas en comparación con los genotipos semipesados y livianos.

Como se puntualizó en un párrafo anterior, las reproductoras pesadas han modificado sus caracteres productivos a una tasa menor que las aves livianas utilizadas para la producción de huevos para consumo. En tal sentido mientras las reproductoras pesadas aumentaron en 0,8 unidades por año el número promedio de huevos a las 65 semanas dicho valor superó las 14 unidades en el caso de las ponedoras livianas (Caldas et al., 2018). Al estudiar los 11 períodos de registro correspondientes al ciclo total en conjunto, se puso en evidencia que la máxima relación de conversión se presentó en el primero de los períodos evaluados debido a la baja masa de huevos producida por las aves en el inicio de su postura. La masa de huevos aumentó en los dos períodos siguientes en coincidencia con las fases ascendentes tanto de la curva de postura como de peso del huevo, se estabilizó en la primera porción de la fase de persistencia (períodos 4 a 7) y tendió a decrecer en la segunda etapa de dicha fase (períodos 8 a 11), comportamiento asociado a una caída de la curva de postura pero con mayor peso del huevo. Pese a la asociación negativa entre peso corporal y producción de huevos la evidencia indicó que la variancia para peso corporal al inicio de la postura no impactó significativamente ni sobre la masa de huevos ni sobre la relación de conversión.

Una de las cuestiones a resolver en la producción avícola es el destino de las gallinas una vez que estas han finalizado su ciclo productivo. En el caso de la avicultura de puesta, por ejemplo, el destino final de las gallinas de descarte representa un problema real. Por disposición de SENASA (2013) las aves de fin de ciclo no pueden ser trasladadas a otros establecimientos por lo que un destino posible es faenarlas aun cuando su precio de comercialización es muy bajo debido a que el mejoramiento genético de este tipo especializado de aves ha reducido su peso corporal y junto con él la cantidad de carne comestible en sus carcasas, a lo que debe agregarse una deficiente condición corporal. A ello también se suma que los fragmentos derivados de la rotura los huesos debido a su fragilidad luego de completado el ciclo productivo disminuyen la calidad de su carne para consumo directo (Kersey et al., 1997) por lo que uno de los destinos de este tipo de aves ha sido desde hace tiempo la generación de subproductos (Hamm, 1976). En una revisión reciente sobre el tema, Fan & Wu (2022) mencionan que ante la enorme cantidad de gallinas ponedoras de descarte generadas anualmente en el mundo, y en función de las diferentes actitudes de cada sociedad hacia el uso de este tipo de aves como alimento, las mismas tienen diferentes destinos según los países. En China, India, Corea (Lee & Kim, 2021) por ejemplo, al igual que en Tailandia, se las consume como productos cárnicos ya sean crudos o procesados, mientras que en Occidente se tratan como un subproducto o desecho y no como un producto alimenticio. En este último caso se eliminan mediante entierro, incineración, compostaje o se las industrializa bajo la forma de alimentos para animales y mascotas. Estos autores remarcan que pese a representar un desecho de la actividad productiva, las aves de fin de ciclo son fuente de proteínas y lípidos de origen animal y, como tal, son materias primas adecuadas para desarrollar productos valorizados a través de métodos físicos, químicos o microbiológicos. Estas alternativas permiten una utilización más sostenible de las ponedoras de descarte a la vez que generan un ingreso residual para la industria del huevo.

En contraposición con este panorama, en la avicultura de traspatio, al igual que en los sistemas de producción planteados como alternativas al modelo intensivo-industrial, además de su aptitud como ponedoras o reproductoras, las hembras también tienen valor para la producción de carne para consumo humano como gallinas de descarte. La mejor o peor aptitud carnífera de estas aves de mayor peso corporal que las ponedoras livianas depende principalmente de la condición corporal con la cual llegan al final del ciclo. En el caso de las reproductoras pesadas la condición corporal se relaciona con el desarrollo esquelético cuando se las estudia en la etapa pre-productiva del ciclo (Abad y Saravia, 2014) y con la distribución

muscular cuando se la determina en las aves que finalizan el mismo, en tanto evidencia derivada de estudios en faisanes indica que el desarrollo de los músculos de la pechuga representa un indicador confiable de la movilización proteica requerida para la producción de huevos (Reynolds, 1997; Gregory y Robins, 1998). Salas et al. (2012) evaluaron la composición corporal de reproductoras pesadas e informaron una disminución en la masa magra a las 35 y a las 45 semanas del ciclo productivo. Vignale et al. (2016), por su parte, informaron que la mayor tasa de degradación proteica en el músculo pectoral mayor de la pechuga de las reproductoras pesadas tenía lugar entre las 30 y las 37 semanas de edad. Este elevado aumento en la tasa de degradación contribuye a explicar la disminución de la masa de tejido magro mencionada por Salas et al. (2012) a las 35 semanas de edad.

Con respecto a la etapa pre-productiva del ciclo, uno de los objetivos a lograr durante la recría de la futura reproductora es una buena uniformidad del lote. Sin embargo, como lo señalan Abad y Saravia (2014) un lote uniforme en peso corporal al final de la recría no implica, necesariamente, lotes uniformes en su condición corporal porque aves de similar peso pueden diferir en su estructura esquelética y, por ende, en su condición corporal. Los mismos autores puntualizan que para alcanzar el momento de la fotoestimulación con un lote uniforme tanto en peso como en condición corporal se debe prestar especial atención a la primera etapa de la recría momento en el que se desarrolla la mayor parte del esqueleto - 90%, aproximadamente, hacia las 12 semanas de edad - lo que posibilitará disponer al final de dicha etapa de aves de similar condición corporal que al inicio de la misma. Del mismo modo que en edades tempranas, un lote uniforme en peso al final del ciclo no implica uniformidad en su condición corporal.

La evaluación transversal de la condición corporal de Campero Casilda y de los dos genotipos semipesados incluyó el estudio del carácter en tres edades del ciclo. La primera evaluación se llevó a cabo a las 19 semanas, previo al inicio de la actividad reproductiva. En ese momento no se observaron aves Campero Casilda ni Negra INTA en Categoría 0 como tampoco aves Negra INTA ni Rhode Island Red en Categoría 3. En consecuencia, Campero Casilda fue el único genotipo que presentó, ya a esta edad temprana, aves en la máxima categoría de condición corporal, mientras que Rhode Island fue el único grupo con representantes en la mínima categoría. Si bien podría pensarse que las diferencias observadas en condición corporal se deben a diferencias en el peso, es de remarcar que las mismas no estuvieron acompañadas de diferencias significativas entre genotipos en el valor promedio de

este último carácter. Esta evidencia adquiere trascendencia en tanto Negra INTA y Rhode Island Red por tratarse de poblaciones de aves semipesadas se mantuvieron con un régimen de alimentación a voluntad mientras que Campero Casilda dada su condición de población pesada creció en un ambiente con restricción cuantitativa en el aporte de nutrientes, manejo que llevó a que los tres grupos presenten similar peso corporal promedio a las 19 semanas, pese a lo cual Campero Casilda mantuvo una diferencia a nivel de condición corporal de interés por su potencial condición de ave doble propósito. Esta última aseveración se fundamenta en que, como ya se expresó, la condición corporal se determina por palpación de los músculos de la pechuga, es decir, por un carácter estrechamente vinculado con la producción de carne, cuyo desarrollo presenta una base genética no necesariamente asociada al peso del ave. Al considerar las dos categorías en las que se observaron aves de los tres grupos genéticos se constató la ausencia de diferencias significativas en el peso corporal promedio en el caso de aquellas de Categoría 1 pero no así en el caso de las aves de Categoría 2 en la cual Negra INTA presentó mayor peso corporal promedio que Campero Casilda en tanto Rhode Island Red no difirió de los otros dos genotipos corroborando la idea antes mencionada de cierto grado de independencia entre el peso y la condición corporal.

Al igual que a las 19 semanas, el comportamiento de los tres genotipos tampoco fue homogéneo respecto de este carácter cuando se lo evaluó a las 30 semanas, edad a la cual nuevamente Campero Casilda no presentó aves de categoría 0 frente a un 16 % de aves Negra INTA y un 41 % de aves Rhode Island Red en dicha categoría. A su vez, no se observaron individuos de categoría 3 en ninguno de los dos genotipos semipesados frente a un 37 % en Campero Casilda. Al considerar las dos categorías restantes, Campero Casilda mostró predominio de aves de Categoría 2 frente a la mayor proporción de aves de Categoría 1 observada en las aves semipesadas. A diferencia de lo mencionado a las 19 semanas, en esta edad se constató un efecto del genotipo sobre el peso corporal con mayor valor del carácter en las aves Campero Casilda, menor peso de Rhode Island Red y un comportamiento intermedio de Negra INTA atribuible a las diferencias en el patrón de crecimiento de los tres grupos. Este comportamiento diferencial respecto del constatado al final de la recría se reiteró a las 58 y a las 70 semanas de edad. Esta información permite afirmar una vez más, en coincidencia con Abad y Saravia (2014), que las diferencias de condición corporal no están directamente asociadas al peso corporal, sino que son, en cierto grado, intrínsecas al tipo de ave semipesada o pesada. Campero Casilda presenta en su constitución genética genes de origen Cornish que

aportan una estructura esquelética afín a la conformación carnífera que las mismas evidencian pese a no diferir de los otros dos grupos en su peso corporal promedio al final de la recría debido a la restricción en el aporte de nutrientes al que estuvieron sometidas. En edades más avanzadas del ciclo de postura, las diferencias en conformación se mantuvieron y a las mismas se agregaron diferencias en peso corporal asociadas a su condición de genotipo pesado. Resumiendo entonces, el mayor peso de Campero Casilda conjuntamente con su mejor categorización en términos de condición corporal asociada a la presencia en su constitución genética de genes Cornish que le aportan conformación carnífera con mayor desarrollo de los músculos pectorales le confiere, adicionalmente a su utilización como aves productoras de huevos, valor carnífero como ave de descarte al finalizar la postura hecho que reafirma su potencial utilidad como genotipo doble propósito para sistemas semi-extensivos.

Esta aptitud carnífera de las hembras camperas de diferente constitución genética ha sido ampliamente constatada en trabajos previos. En este sentido, Canet et al. (2008b) evaluaron la condición corporal a las 52 semanas de edad de gallinas pertenecientes a dos cruzamientos experimentales de tres vías con 50 % de genes Cornish Blanco que diferían en la proporción de genes de origen Rhode Island Red y Plymouth Rock Barrado en comparación con la de dos poblaciones testigo de aves contemporáneas de las ponedoras autosexantes semipesadas Negra INTA y Rubia INTA. Observaron que las aves de mayor peso corporal presentaron mayor categoría de condición corporal y que las poblaciones con genes Cornish Blanco tuvieron mayor valor carnífero al momento del descarte. Trabajando con el mismo material biológico Canet et al. (2009b) evaluaron el peso absoluto y relativo del depósito graso abdominal y concluyeron que a igual categoría de condición corporal las poblaciones experimentales tendieron a ser más pesadas y a presentar igual o incluso menor peso absoluto del depósito graso abdominal, lo que se tradujo en un menor peso relativo de este último.

En un trabajo similar, Canet et al. (2009a) evaluaron la condición corporal a las 52 semanas de edad de hembras de seis cruzamientos experimentales con diferentes proporciones de genes Cornish Blanco y propusieron que las aves pasarían de categoría 0 a categoría 1 a partir de un valor umbral de peso corporal de 2800 g. Concluyeron, además, que dos poblaciones de similar peso corporal promedio pueden presentar diferentes clasificaciones de condición corporal dependiendo de la uniformidad que muestre el peso corporal en relación con el valor umbral mencionado.

Canet et al. (2017) evaluaron la condición corporal a las 65 semanas de edad de dos poblaciones de aves con diferentes aportes de genes Cornish Colorado y Rhode Island Red, utilizadas como genotipo materno en cruzamientos para la producción de pollos camperos: la sintética E - 50% de Cornish colorado y 50 % Rhode Island Red- progenitora del pollo Campero INTA y el cruzamiento simple entre las sintéticas maternas ES y A -81,25 % de genes Cornish Colorado y 18,75 % Rhode Island Red- progenitora del cruzamiento experimental de tres vías Campero Casilda. En este caso arribaron a conclusiones similares en tanto el mayor peso corporal se asoció con una mejor condición corporal al momento del descarte. En el mismo sentido, la evaluación a las 54 semanas de edad de las cinco poblaciones sintéticas utilizadas como progenitor materno de los pollos camperos mostró que aquellas de mayor peso corporal presentaron también la mejor valoración en términos de condición corporal (Canet et al., 2018/19).

La caracterización particular de las aves Campero Casilda incluyó, además, el estudio de la condición corporal a las 19 semanas en función de su ritmo de crecimiento entre dicha edad y el inicio de la restricción a las 5 semanas de vida. Con esa finalidad las aves se discriminaron en cuatro grupos en función de los valores de los cuartiles de orden 1, 2 y 3 de aumento medio semanal de peso corporal. La distribución de las aves con diferente condición corporal no fue homogénea en los cuatro grupos debido a que aquellas aves con mayor tasa de crecimiento en esa etapa de la recría presentaron predominantemente categoría 3. La ausencia de diferencias significativas entre los tres grupos restantes indicaría, como se mencionó previamente para el peso corporal (Canet et al., 2009a), la existencia de un cierto umbral en el valor de la ganancia de peso que una vez superado da lugar a un cambio en la condición corporal. Dicho umbral, en estas aves criadas en ambiente restringido, se ubicaría por encima de los 75 g de aumento de peso por semana.

Por último, la discriminación de las aves Campero Casilda por su condición corporal a las 19 semanas de edad puso en evidencia un efecto sobre la precocidad a la madurez sexual sin diferencias en el peso corporal ni en el resto de los indicadores evaluados a la puesta del primer huevo. Esta evidencia pone de manifiesto la vinculación de la condición corporal de las aves con el inicio de su vida reproductiva independiente del peso corporal vinculada a aspectos composicionales más que dimensionales tales como el contenido de grasa corporal (Bornstein et al., 1984) y del cuerpo libre de grasa (Soller et al., 1984).

La discriminación de las mismas aves en dos grupos con base en la consideración simultánea de los índices de cresta y barbilla evaluados a las 30 semanas de edad no mostró asociación con la condición corporal evaluada en las cuatro edades lo que indica, en este caso, un comportamiento independiente del desarrollo de los ornamentos sexuales, considerados como un indicador de precocidad sexual y la condición corporal.

Con relación a la utilización de las aves Campero Casilda como un recurso cárnico al descarte se evaluó el comportamiento de los caracteres de mayor relevancia productiva a la faena tales como el rendimiento total, el rendimiento de los principales cortes de valor carnicero, la deposición de grasa y la calidad tecnológica de la carne de su pechuga.

En el caso de las poblaciones de *Gallus gallus domesticus*, la expresión doble propósito, a diferencia de lo que implica en otras especies productivas refiere, como se ha mencionado previamente, al destino diferencial que se asigna a los individuos de uno y otro sexo: machos exclusivamente a la producción de carne y hembras primariamente como ponedoras y, subsidiariamente, para la producción de carne cuando se da por finalizado el ciclo de postura (Canet, 2009a). La correlación genética negativa entre producción de huevo y producción de carne explica por qué razón las poblaciones de aves doble propósito no tienen buen desempeño en ambos atributos si se las compara con líneas especializadas para uno u otro destino (Siekmann et al., 2018). En general, los genotipos doble propósito presentan mayor rusticidad y menor tasa de crecimiento que aquellos utilizados por la industria. Al comparar los grupos experimentales por sus atributos a la faena, en todos los casos se constató un orden decreciente en el que las hembras Campero Casilda con Categoría 3 de condición corporal obtuvieron los mayores valores seguidas por las aves del mismo genotipo de Condición 2, Negra INTA y Rhode Island Red. Este patrón observable en el caso de los valores absolutos no se reiteró en los rendimientos calculados al relativizar el peso de cada componente al peso eviscerado. Si bien no hubo diferencias entre los grupos en la proporción de pata-muslo evaluada a esta edad, Siekmann et al. (2018) informaron que a medida que avanza la edad de las aves la proporción de pata aumenta en las de postura y disminuye en las destinadas a carne. En comparación con Campero Casilda, estos autores informaron valores similares de proporción de pechuga y pata-muslo en pollos parrilleros de 42 días de vida y valores menores para estas características en aves doble propósito Lohmann de 64 días de vida. Tal vez sería dable esperar, según lo observado por Semwogerere et al. (2018), una disminución de los valores de todas las variables registradas en

este estudio si la evaluación, en vez de llevarse a cabo con aves alojadas en jaulas individuales se hubiese hecho con aves criadas en sistemas al aire libre. De acuerdo con estos autores, las ponedoras en sistemas al aire libre presentan menores valores de peso de carcasa que las que permanecen en jaula y ello se asocia a cuestiones ambientales como la dieta, la intensidad de la luz, el ejercicio, el consumo de pastura, como así también al mayor desarrollo del sistema digestivo de aquellas aves que consumen forraje para poder procesar la fibra que ingieren, vísceras que son retiradas en el momento de la faena. Los mismos autores informaron para los cortes valiosos valores similares en proporción de pechuga en líneas de postura pero valores más altos para proporción de pata-muslo y proporción de alas en aves de 53 semanas que los observados en este estudio. Por su parte, Rizzi et al. (2007) informaron, para diferentes genotipos italianos de aves doble propósito y líneas de postura evaluadas a las 44 semanas de edad en sistemas de crianza al aire libre, valores absolutos y de rendimiento general menores a los determinados en este trabajo a excepción de la proporción de ala que fue similar y la proporción de pata-muslo que fue mayor. Estas diferencias pueden deberse a la menor edad de las aves y al sistema de producción al aire libre que determina un mayor desarrollo, y por ende mayor proporción, del sistema locomotor. A similitud de lo observado en este estudio, estos autores concluyeron que las líneas doble propósito presentaron un nivel satisfactorio de carnosidad como aves de descarte. La proporción de pechuga y de pata-muslo fue algo menor a la observada por Dottavio et al. (2009) en machos de pollo campero evaluados a la edad habitual de faena de 84 días.

En coincidencia con estudios previos (Canet et al., 2008b) la diferente condición corporal de las aves Campero Casilda se explica por diferencias en el peso con el que llegan a final del ciclo en tanto no afectó la proporción de los cortes valiosos pechuga y pata muslo ni de grasa corporal, si bien esta última tendió a ser mayor en las aves de categoría 3.

La calidad de la carne es un carácter complejo afectado por múltiples factores que puede caracterizarse utilizando criterios físicos, químicos y tecnológicos. Los utilizados en este estudio fueron los métodos analíticos convencionales de la American Meat Science Association (AMSA, 2016). Independientemente de su condición de aves semipesadas con libre acceso al alimento y aves pesadas restringidas, los genotipos evaluados no presentaron diferencias en ninguno de los tres indicadores: capacidad de retención de agua (CRA), pérdidas por cocción (PPC) y fuerza de corte o terneza.

La capacidad de retención de agua está considerada uno de los indicadores más importantes de calidad tanto de la carne fresca como de los productos procesados. Este carácter expresa la capacidad de las fibras musculares de mantener el agua ligada bajo condiciones específicas. Los datos obtenidos fueron similares a los informados por Hafid et al. (2016) en gallinas de descarte ISA F15 faenadas a los 220 y a los 337 días de edad pese a lo cual no diferían en su peso corporal promedio. Estos autores mencionan un aumento de este carácter de 29,6 % a 32,7 % con la edad de las aves, diferencia que no fue estadísticamente significativa.

Los valores de pérdidas por cocción resultan controversiales en tanto concuerdan con lo observado por Semwogerere et al. (2018) en gallinas Lohmann Brown-Elite de 40 semanas de edad alojadas en jaula y de 53 semanas de edad criadas con acceso a parque, por Rizzi et al. (2007) con dos genotipos italianos de gallinas doble-propósito faenados a las 44 semanas de edad y Loetscher et al. (2014) con ponedoras ISAWarren y Dekalb White de 65 semanas de edad, que informaron valores entre 12 y 23 % para este indicador, con una disminución de dicho porcentaje con el aumento de edad de las aves y con Siekmann et al. (2018) que informaron valores de 23 % para parrilleros de la raza doble-propósito Lohmann Dual de 64 días y Reddy et al. (2016) que evaluaron pechugas de tres tipos de gallinas de descarte reproductoras con un peso vivo promedio de 5,0-5,5 kg, ponedoras de 1,2 a 1,4 kg y hembras parrilleras con pesos comprendidos entre 2,4 y 2,6 kg e informan valores de 23,2 %, 28,1 % y 27,2 %, respectivamente; pero discrepan con lo informado por Hafid et al. (2016) autores que no solo informaron valores superiores sino también que los mismos se incrementan con la edad de las gallinas de 31,1 % a 33,4 %. Con respecto a esta última cuestión argumentan que al aumentar el contenido de colágeno de la fibra muscular con la edad se incrementa la solubilidad de la fibra muscular y aumenta la migración del jugo propio al agua de cocción. Estos autores también observaron que a medida que aumenta el peso del ave disminuyen las pérdidas por cocción, dato no corroborado en nuestro estudio.

Por último, la fuerza de corte está determinada por el contenido de colágeno de la fibra muscular que puede variar con la edad, el sexo, la dieta y la genética del ave (Iqbal et al., 1999; Poole et al., 1999). Dado que a mayor contenido de colágeno mayor fuerza de corte, a medida que aumenta la edad del ave este atributo tiende a ser mayor. A este respecto, Hafid et al. (2016) observaron un aumento lineal de la dureza de la carne de pechuga con la edad de las aves.

La comparación de los valores promedio de los tres indicadores con los informados por Dottavio et al. (2019b) para machos Campero Casilda evaluados bajo dos modalidades de alimentación y faenados a los 83 días de edad, indicaron menor pérdida por cocción, mayor capacidad de retención de agua y menor terneza de las pechugas de estas hembras de descarte.

Los resultados indicaron además, que la calidad tecnológica de la carne de pechuga no se vio afectada por la condición corporal a la faena y fue similar en los tres genotipos evaluados.



Gallinas Campero Casilda en producción (Fuente: Sabina Advínculo)

Conclusiones

La avicultura industrial y los modelos avícolas alternativos suelen ser pensados como instancias en conflicto. Si bien se fundamentan en paradigmas productivos diferentes, cada una de ellas persigue objetivos que les son propios. Los modelos alternativos pretenden ocupar un nicho particular del mercado y dar respuesta a una demanda específica por parte de un tipo también particular de consumidores. Los genotipos requeridos en este último caso presentan una serie de características distintivas como ser, entre otras, la menor velocidad de crecimiento con la consiguiente mayor edad de faena en el caso de la producción de carne y mayor rusticidad en el caso de las aves de postura. Además de las diferencias de naturaleza genética también deben considerarse el ambiente en el que producen y el grado de cumplimiento de exigencias cada vez más marcadas en términos de bienestar animal. Una consideración particular merece la denominada avicultura de traspatio, generalmente asociada a entornos familiares y como recurso no solo nutricional sino también económico para esas familias. Si bien el marco teórico asociado con la avicultura alternativa no requiere necesariamente abandonar la especialización propia del planteo intensivo, una opción a considerar es utilizar aves doble propósito como las de los sistemas avícolas de antaño, que aun sacrificando parte de las salidas del sistema posibiliten destinar los machos a la producción de carne y reservar las hembras para postura. Campero Casilda es un cruzamiento de tres vías inicialmente propuesto como ave para carne pero que podría tener valor como recurso doble propósito si los caracteres asociados con la postura así lo justifican. Luego de haber sido ampliamente caracterizado a nivel experimental como ave para carne, ha sido incorporado por el Programa Prohuerta y actualmente se lo distribuye con ese propósito a lo largo y a lo ancho del país. Este trabajo de tesis focaliza su atención en el comportamiento de las hembras como aves para postura y en su potencialidad como población base para generar una población sintética doble propósito.

Una de las etapas a transitar para describir un nuevo recurso zoogenético es su descripción morfológica. La caracterización zoométrica de las aves Campero Casilda puso en evidencia características adecuadas para un ave doble propósito, con un cuerpo que se ensancha hacia caudal tendiendo, a su vez, a ser compactas, si bien con pechugas alargadas. Los análisis multivariados permitieron identificar fuentes de variancia independientes para volumen (tamaño) corporal, para indicadores externos de tamaño de pechuga y dos, de signo contrario para longitud dorsal vinculados con aves fenotípicamente más largas y más pesadas o más compactas y más livianas. El peso corporal de las aves siempre se encontró relacionado con la longitud corporal pero no necesariamente con la envergadura alar. Dada la potencialidad de las

componentes principales como índices biológicos de selección, esta caracterización permite fundamentar criterios de selección masal durante la formación de una población sintética a partir de este cruzamiento, lo que permitiría disponer de diferentes biotipos. Las medidas tomadas en la cabeza resultaron las de mayor variabilidad, hecho asociado en parte a la dificultad de la toma de datos vinculadas con estructuras de pequeño tamaño y con límites difíciles de definir. No se estableció relación alguna entre las diferentes medidas y el peso corporal salvo las vinculadas con los ornamentos sexuales -cresta y barbilla- negativamente correlacionadas con la edad a la madurez sexual y de manera positiva con la inversión que hacen las aves en desarrollo esquelético. El desarrollo de estos ornamentos, amén de ser un carácter de relativa fácil medición, puede determinarse en edades tempranas de la vida y ser utilizado como criterio de selección indirecta para precocidad a la madurez sexual e inversión en desarrollo óseo lo que permitiría utilizar los valores de los índices de cresta y barbilla como una de las etapas en el marco de esquemas de selección por niveles independientes de rechazo.

Las aves Campero Casilda, pese a criarse a partir de la 5ª semana de vida en un ambiente nutricional restringido común a todas ellas, expresaron diferencias en su velocidad de crecimiento durante la recría -entre las 5 y 22 semanas de edad- que se tradujeron en que aquellas de mayor velocidad de crecimiento alcanzaron en promedio la madurez sexual 10 días antes que las de menor tasa y con una diferencia de 250 gramos en el peso corporal, sin que la misma afecte el peso de los primeros huevos, la uniformidad en peso de los mismos pero con una menor regularidad en la postura expresada en un mayor número de días requeridos para ponerlos. Este conjunto de respuestas confirma la relación directa entre peso y precocidad e inversa entre peso y regularidad en el inicio de la postura con efectos diferenciales dentro de este mismo genotipo y enfatiza la necesidad de realizar restricción cuantitativa de nutrientes. El protocolo de restricción implementado permitió al genotipo pesado alcanzar a las 22 semanas de edad un peso corporal promedio similar al de los dos grupos de aves semipesadas contemporáneas mantenidas con libre acceso al alimento. La estrategia implementada para limitar la disponibilidad cuantitativa de nutrientes durante la recría afectó su dinámica de crecimiento en tanto las mantuvo en la fase de autoaceleración de la curva de crecimiento, a diferencia de lo observado en los genotipos semipesados que superaron el punto de inflexión e ingresaron en la porción exponencial asintótica de sus curvas de crecimiento.

Las aves Campero Casilda más precoces iniciaron su postura con menor uniformidad en el peso de sus huevos. Este comportamiento -menor precocidad y mayor peso a la madurez sexual- propio de una reproductora pesada las diferenció de las aves semipesadas Negra INTA y Rhode Island Red, si bien iniciaron la oviposición con similar regularidad y uniformidad en el peso de los huevos. El peso corporal a la madurez sexual se correlacionó de manera positiva con el peso de los huevos puestos durante todo el ciclo productivo posterior. La variabilidad en la edad a la madurez sexual, propia de un ave producto de un cruzamiento de tres vías cuyo genotipo materno es un híbrido simple que presenta segregación, plantea la conveniencia de llevar a cabo una selección estabilizadora al momento de elegir los fundadores de la población sintética. De acuerdo con esta postura deberían excluirse tanto las aves más precoces como las que inician la postura más tardíamente ya que aquellas que alcanzaron la madurez sexual antes no manifestaron diferencias en los días potenciales ni en los días efectivos de postura como tampoco en la masa total de huevos producida, variables que sí resultaron significativamente menores en el grupo de aves que rompió postura más tardíamente. La edad a la que rompió postura el grupo de aves que presentó la combinación más favorable de estas variables, se ubicó entre las 26 y 27 semanas de vida.

El peso corporal durante la etapa de postura mostró el comportamiento típico de un genotipo pesado diferenciándose de las aves semipesadas y manifestando la asociación negativa esperada entre el tamaño asintótico y la tasa de maduración para el carácter o velocidad para alcanzarlo: a mayor peso final menor tasa de maduración. Las diferencias en peso observadas a la madurez sexual se mantuvieron al considerar el patrón global de crecimiento, se reflejaron en el peso maduro alcanzado y estuvieron asociadas a diferencias en la condición corporal, sin afectar el número de huevos, el peso de los mismos y, por ende, la masa de huevos producida. En comparación con el comportamiento de reproductoras comerciales pesadas, el menor peso corporal de las aves Campero Casilda a lo largo del ciclo representa una ventaja porque, dada la asociación positiva entre peso y consumo, el mismo estaría asociado a un menor costo de alimentación con niveles productivos similares porque ese menor peso corporal no repercutió negativamente sobre el peso de los huevos producidos. La restricción alimenticia a las que fueron sometidas las aves permitió un aumento de peso sostenido durante toda la etapa de postura sin alcanzar a las 72 semanas el peso corporal asintótico teórico, en comparación con los genotipos semipesados que lo alcanzaron cinco meses antes, lo que refuerza la necesidad de restringir este tipo de aves durante la parte productiva del ciclo para que destinen el alimento

ingerido a la producción de huevos y no al aumento de peso y a la deposición de grasa, mejorando así la relación de conversión en huevos.

Campero Casilda presentó una curva de postura compatible con la propuesta de utilizar como ponedoras a las hembras provenientes de este cruzamiento originalmente pensado, como se mencionó previamente, para destinar ambos sexos a producción de carne, tanto al comparar dicha curva con las correspondientes a las dos poblaciones semipesadas como al hacerlo con las reproductoras comerciales de referencia.

Pese a la asociación positiva descripta entre peso corporal y peso del huevo, el menor peso corporal de las aves campero Casilda en comparación con las reproductoras pesadas comerciales y el mayor peso en comparación con los dos genotipos semipesados, no repercutió en el peso de los huevos producidos los que, además, presentaron similar uniformidad. La diferente uniformidad registrada a la madurez sexual no afectó el comportamiento de los caracteres de producción de huevos. Los estudios parciales indican que la edad y el peso corporal a la madurez sexual, así como la regularidad y la uniformidad en el inicio de la postura y el peso de los huevos puestos al finalizar el ciclo, son indicadores de utilidad a tener en cuenta como potenciales criterios de selección para el carácter peso del huevo en todo el ciclo de producción. Pese a la ya descripta incompatibilidad genética entre peso corporal y reproducción, fue posible identificar individuos con combinaciones favorables de ambos patrones dinámicos: peso corporal-edad y peso del huevo-edad.

En el inicio de la postura, los huevos puestos por Campero Casilda fueron más redondeados que los de la ponedora autosexante Negra INTA y similares en forma a los de Rhode Island Red. Conforme avanzó el ciclo de postura los tres genotipos mantuvieron índices de forma satisfactoria, con valores del índice de forma estabilizados desde las 20 semanas del ciclo productivo que finalizó sin diferencias entre los tres grupos correspondiendo a Campero Casilda y Negra INTA huevos algo más pesados, largos y anchos. En lo que a los componentes mayores se refiere, los huevos puestos por Campero Casilda presentaron mayor proporción de yema y menor proporción del albumen en todo el ciclo productivo, lo que se tradujo en una mayor relación yema:albumen en comparación con los genotipos de referencia, una característica ventajosa en términos de proporción de materia seca de los huevos puestos por los tres grupos de aves camperas. En cuanto a la calidad interna de los huevos puestos por los tres genotipos durante todo el ciclo productivo, la misma fue excelente tomando como

indicadores las unidades Haugh, el índice de albumen y el índice de yema, indicador este último con valores mayores en Campero Casilda. La modificación temporal de la clasificación comercial de los huevos fue similar en los tres genotipos evaluados: se inició con huevos mayormente medianos, Campero Casilda produjo mayor cantidad de huevos de mayor tamaño, acorde a su mayor peso corporal, pero también huevos muy livianos y extra livianos vinculado posiblemente a la variabilidad de peso corporal que mostró. Con el avance del ciclo Campero Casilda produjo huevos principalmente extra pesados, Negra INTA en igual proporción pesados y extra pesados y Rhode Island Red huevos medianos lo que implica una ventaja del híbrido de tres vías frente a los otros dos genotipos.

La eficiencia con la que las aves transformaron el alimento consumido en masa de huevos fue baja al inicio del periodo de postura, propia de la fase ascendente de producción donde no todas las aves rompen postura el mismo día y con diferencias entre las aves más pesadas y más livianas en Campero Casilda ya que todas consumieron una cantidad fija de alimento pero las aves más pesadas comenzaron a poner huevos un poco más pesados que las livianas lo que se tradujo a su vez en una mayor masa de huevos. Conforme avanzó la etapa productiva las aves estabilizaron estas variables con una relación de conversión de 1,25 kg de alimento consumido por kilo de masa de huevos producida. Durante la fase de declinación de la curva de postura, la relación de conversión aumentó sin diferencias entre los grupos de aves Campero Casilda con diferente peso corporal inicial, pasando a valores muy altos hacia el fin del período de producción de 72 semanas de vida de alrededor de 4 kilos de alimento por kilo de masa de huevo producida.

Si bien todas las aves llegaron a las semana 22 de vida con un peso corporal promedio similar debido a la restricción efectuada en las aves camperas, la condición corporal en esta edad mostró diferencias con un mayor número de aves de categoría 2 en el caso de Campero Casilda y de Categoría 1 en Negra INTA y Rhode Island Red. Este comportamiento permite afirmar que las diferencias en condición corporal no están directamente relacionadas al peso corporal sino que serían intrínsecas del tipo de ave (pesado/semipesado) ya que en la formación de Campero Casilda intervienen individuos de la raza pesada Cornish que aporta conformación carnífera exhibiendo un desarrollo de los músculos de pechuga que les imprime un valor carnívero adicional a su utilización como aves productoras de huevos. En edades más avanzadas del ciclo productivo, a las diferencias en conformación se agregan diferencias en el peso

corporal asociadas a su condición de genotipo pesado aun cuando se lo mantenga bajo régimen de restricción alimenticia, mostrando una relación de interdependencia entre la condición corporal y el peso, posicionando a Campero Casilda como un recurso con especial valor carnicero como ave de fin de ciclo. Las diferencias en condición corporal entre aves camperas no afectó la proporción de cortes valiosos ni la proporción de grasa corporal a la faena, si bien esta última tendió a ser mayor en las aves de Categoría 3, como así tampoco la calidad tecnológica de la carne de pechuga que mostró valores similares en los tres genotipos evaluados.

Los resultados de esta evaluación permiten posicionar a Campero Casilda como un ave potencialmente apta para ser producida en sistemas avícolas alternativos de doble propósito dado que al adecuado comportamiento de ambos sexos como ave para producción de carne es posible sumar la aptitud productiva/reproductiva de las hembras. Si bien esta propuesta podría ser llevada a cabo con el cruzamiento de tres vías ello requiere mantener tres poblaciones sintéticas progenitoras, llevar a cabo un cruzamiento intermedio entre dos de ellas para generar el genotipo materno y una nueva instancia de cruzamiento para obtener el producto final. El desarrollo de una población sintética utilizando a Campero Casilda como recurso base simplificaría este esquema. En el caso particular del Prohuerta, el núcleo entregaría machos y hembras reproductoras y los multiplicadores entregarían la progenie de ambos sexos a los destinatarios del Programa. Dado que las hembras no presentan cloquez el eslabón de multiplicación tendría a su cargo las incubaciones y podría producir su propia reposición, al menos durante algunas generaciones. El Núcleo, por su parte, mantendría una población más numerosa que le permitiría ejercer presión de selección para evitar el deterioro de los caracteres de importancia productiva.

Referencias bibliográficas

- Abad, J. C., & Saravia, J. (2014). Mejora de la uniformidad en recría. *Revista AviNews*, 58-64. <https://avicultura.info/mejora-de-la-uniformidad-en-recria/>
- Abanikannda, O. T. F., Olutogun, O., Leigh, A. O., & Ajayi, L. A. (2007). Statistical modeling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. *International Journal of Poultry Science* 6 (1), 59-63. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.59.63>
- Abasht, B., Sandford, E., Arango, J., Settar, P., Fulton, J. E., & O'Sullivan, N. P. (2009). Extent and consistency of linkage disequilibrium and identification of DNA markers for production and egg quality traits in commercial layer chicken populations. *BMC Genomics* 10, (Suppl 2). <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-S2-S2>
- Abbas, S. A., Gasm Elseid, A. A., & Ahmed, M. (2010). Effect of body weight uniformity on the productivity of broiler breeder hens. *International Journal of Poultry Science* 9(3), 225-230. <https://doi.org/10.3923/ijps.2010.225.230>
- Abiola, S. S., Meshioye, O. O., Oyerinde, B. O., & Bamgbose, M. A. (2008). Effect of egg size on hatchability of broiler chick. *Archivos de zootecnia* 57(217), 83-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2790812>
- Abreu, V. M. N, de Almeida y Silva, M., Cruz, C. D., Pereira de Figueiredo, E. A., & de Abreu, P. G. (1999). Capacidade de combinacao de características de producao de ovos de linhagens de matrizes de frango de forte, usando análise de componentes principais. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28, 955-959. <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000500007>
- Adams, C. J. & Bell, D. D. (1980). Predicting poultry egg production. *Poultry Science*, 59(4), 937-938. <https://doi.org/10.3382/ps.0590937>
- Adams, C. J. & Bell, D. D. (1998). A model relating egg weight and distribution to age of hen and season. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(1), 35-44. <https://doi.org/10.1093/japr/7.1.35>
- Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2016a, Noviembre 14). *Curvas de postura de dos poblaciones de gallinas reproductoras de primer ciclo destinadas a la producción de pollos camperos. Ajuste bietápico*. [Presentación en póster]. XVII Jornadas de Divulgación Técnico Científicas 2016. Facultad de Ciencias Veterinarias. IV Jornada Latinoamericana, II Jornadas de Ciencia y Tecnología, Facultad de Ciencias Agrarias. I Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias. <http://hdl.handle.net/2133/11592>
- Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Librera, J. E., Dottavio, A.M., & Di Masso, R. J. (2016b, Diciembre 5-6). *Curvas de postura de dos poblaciones de gallinas reproductoras de primer ciclo destinadas a la producción de pollos camperos. Ajuste no lineal*. [Presentación en póster]. XVIII Congreso y la XXXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

- Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Librera, J.E., Acosta, J.E., Acevedo, H.J., Dottavio, A. M., & Di Masso, R.J. (2015, Noviembre 11). *Condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura en dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.
- Advínculo, S. A., Fernández, R., Martines, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2013). *Caracteres productivos a la madurez sexual en tres grupos genéticos de gallinas camperas*. [Presentación en póster]. XXXIV Sesiones de Comunicaciones Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste.
- Advínculo, S. A., Martines, A., Trillo Nunes, M., Sciuto, A. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012, Noviembre 29-30). *Conformación corporal a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XIV Congreso y XXXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. http://sbr.org.ar/Libros/libro_resumenes_2012.pdf
- Advínculo, S. A., Velázquez, J., Romera, B. M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2014, Octubre 9). *Índices de conformación corporal a la faena en tres genotipos de pollos camperos*. [Presentación en póster]. VIII Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.
- Afolayan, R. A., Adeyinka, I. A., & Lakpini, C. A. M. (2006). The estimation of live weight from body measurements in Yankasa sheep. *Czech Journal of Animal Science*, 51(8), 343–348. <https://doi.org/10.17221/3948-CJAS>
- Afrouziyeh, M., Kwakkel, P., & Zuidho, M. (2021). Improving a nonlinear Gompertz growth model using bird-specific random coefficients in two heritage chicken lines. *Poultry Science* 100, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101059>.
- Agudelo Gómez, D. A., Cerón Muñoz, M. F., & Restrepo Betancur, L. F. (2016). Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(2), 157-173. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324133>
- Ajayi, O., Adekunle Adeleke, M., Sanni, M., Yakubu, A., Peters, S., Godwin Imumorin, I., Ohiokhuaobo Ozoje, M., Obiora Ndubusi Ikeobi, C., & Ayoka Adebamb, O. (2012). Application of principal component and discriminant analyses to morpho-structural indices of indigenous and exotic chickens raised under intensive management system. *Tropical Animal Health and Production* 44(6), 1247-1254. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0065-1>
- Ajayi, F., Ejiofor, O., & Ironkwe, M. (2008). Estimation of body weight from linear body measurements in two commercial meat-type chicken. *Global Journal of Agricultural Sciences* 7(1), 67-69. <https://doi.org/10.4314/gjass.v7i1.2361>
- Akbar, M. K., Gavora, J. S., Friars, G. W. & Gowe, R. S. (1983). Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. *Poultry Science*, 62(6), 925-933. <https://doi.org/10.3382/ps.0620925>

- Albrecht, G. H. (1979). The study of biological versus statistical variation in multivariate morphometrics: The descriptive use of multiple regression analysis. *Systematics zoology* 28(3), 338-344. <https://doi.org/10.2307/2412586>
- Albrecht, H. N., Siegel, P.B., Pierson, F. W., & Lewis, R. M. (2012). Egg quality traits differ in hens selected for high as compared with low antibody response to sheep red blood cells. *Poultry Science*, 91(12), 3025-3031. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02505>
- Ali, M., Farooq, M., Durrani, F. R., Chand, N., Sarbiland, K., & Riaz, A. (2003). Egg production performance and prediction of standard limits. *International Journal of Poultry Science*, 2(4), 275-279. <https://doi.org/10.3923/ijps.2003.275.279>
- Altuntaş, E., & Şekeroğlu, A. (2008). Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering*, 85(4), 606-612. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877407004633>
- Álvarez, M., Antruejo, A. E., Galvagni, A., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2007, Agosto 6). *Conformación corporal en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis transversal*. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Álvarez, M., Canet, Z. E., Fain Binda, V., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012, Agosto 6). *Forma y tamaño del huevo en cinco poblaciones sintéticas maternas de reproductoras camperas en su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Álvarez, M., Canet, Z. E., Romera, B. M., Fain Binda, V., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010, Diciembre 2-3). *Peso y forma del huevo en cinco estirpes maternas de pollo campero*. [Presentación en póster]. XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Álvarez, M., Zerpa, C., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (1996, Noviembre 25-28). *Peso y forma de huevo en dos híbridos simples de ponedoras con madre Fayoumi, en su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. II Congreso y XVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Amao, S. R. (2018). Application of principal component analysis on the body morphometric of Nigerian indigenous chickens reared intensively under Southern Guinea Savanna condition of Nigeria. *Journal of Environmental Issues and Agriculture in Developing Countries*, 10(1), 1-12. <http://www.icidr.org/jeiadc-vol10no1->
- Amira, E. (2008). The relationship between age at sexual maturity and some productive traits in local chickens strain. *Egypt Poultry Science*, 28(IV), 1253-1263. <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-RELATIONSHIP-BETWEEN-AGE-AT-SEXUAL-MATURITY-AND-Amira>

- Amoroto, I., Advínculo, S. A., Martines, A., Lagostena, G., Antruejo, A., Rozados, V. R., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2011, Diciembre 1-2). *Conformación corporal de híbridos experimentales entre estirpes maternas de pollo campero*. [Presentación en póster]. XIII Congreso y XXXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Amoroto, I., Advínculo, S. A., Martines, A., Lagostena, G., Antruejo, A. E., Rozados, V. R., Dottavio, A.M., & Di Masso, R. J. (2012, Agosto 6). *Conformación corporal a la faena de los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas para la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Librera, J. E., Lucach, S., Martines, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R.J. (2010a, Agosto 6). *Indicadores de conformación corporal en aves de carne con diferente velocidad de crecimiento evaluadas al peso objetivo de faena*. [Presentación en póster]. XI Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Librera, J. E., Vecchio, L., Antruejo, A. E., Font, M. T., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2008a, Agosto 6). *Conformación corporal de híbridos de tres vías de pollo campero comparados a igual edad cronológica*. [Presentación en póster]. IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Librera, J. E., Vecchio, L., Lucach, S., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2009a, Diciembre 3-4). *Indicadores de conformación corporal en aves de carne con diferente velocidad de crecimiento*. [Presentación en póster]. XI Congreso y XXIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Amoroto, I., Martines, A., Advínculo, S. A., Lagostena, G., Lucach, S., Antruejo, A. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010b, Diciembre 2-3). *Indicadores de conformación corporal en híbridos experimentales de pollo campero con diferente estirpe materna*. [Presentación en póster]. XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Amoroto, I., Martines, A., Lucach, S., Canet, Z. E., Font, M. T., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2009b, Septiembre 16). *Conformación corporal de dos poblaciones experimentales de pollos camperos evaluada a igual edad cronológica*. [Presentación en póster]. X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Vecchio, L., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2007, Noviembre 29-30). *Conformación corporal a la faena de híbridos de tres vías de pollo campero*. [Presentación en póster]. IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

- Amoroto, I., Vecchio, L., Antruejo, A. E., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2008b, Diciembre 3-5) *Conformación corporal a la faena de híbridos experimentales de tres vías de pollo campero*. [Presentación en póster]. X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- AMSA (2016). Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat. American Meat Science Association. Second Edition. Version 1.02. <https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/amsa-sensory-and-tenderness-evaluation-guidelines/research-guide/amsa-research-guidelines-for-cookery-and-evaluation-1-02.pdf?sfvrsn=2>
- Anderson, K. E., Tharrington, J. B., Curtis, P. A., & Jones, F. T. (2004). Shell characteristics of eggs from historic strains of single comb white leghorn chickens and the relationship of egg shape to shell strength. *International Journal of Poultry Science*, 3(1), 17-19. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.17.19>
- Antruejo, A. E., Savoy, J. P., Montenegro, A., Savoy, J. C., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018a). Separación por sexo y caracteres productivos en un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Analecta Veterinaria*, 38, 10-17. <https://doi.org/10.24215/15142590e027>
- Antruejo, A. E., Savoy, J. P., Perrota, C. H., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018b). Densidad de alojamiento y caracteres productivos en un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Ciencia Veterinaria*, 20, 67-80.
- Arango, J. (2009). Hy-Line genetic program emphasizes efficient feed program. *New Horizons* 3, 6-7.
- Arboleda, C. R., Harris, D. L., & Nordskog, A. W. (1976). Efficiency of selection in layer-type chickens by using supplementary information on feed consumption II. Application to net income. *Theoretical Applied Genetics*, ISSN 1432-2242, 48(2), 75-83. <https://doi.org/10.1007/bf00267315>
- Ashutosh, D., Mukta, D. G., Kabirul, I. K., Moksedul, M., & Omar, F. M. (2018). Genetic and phenotypic parameter estimates for body weight and egg production at sexual maturity in Hilly×Fayoumi crossbred chickens. *Asian Journal of Medical and Biological Research* 4(2), 186-192, <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v4i2.38254>
- Assan, N. (2015). Prospects for utilization of the relationship between zoometrical measurements and performance traits for poultry and livestock genetic improvement in developing countries. *Scientific Journal of Animal Science* 4(11), 124-132. <https://doi.org/10.14196/sjas.v4i11.2020>
- Aviagen Ross Management Handbook (2018). http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_PS/RossPSHandBook2018.pdf
- Aviagen. (2016). Objetivos de rendimiento. Reproductoras Ross 308. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_Tech_Docs/Ross308-PS-PO-ES-2016.pdf

- Badubi, S. S., Rakereng, M., & Marumo, M. (2006). Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. *Livestock research for rural development*, 18(1). <http://www.lrrd.org/lrrd18/1/badul18003.htm>
- Bain, M. M., Nys, Y., & Dunn, I. C. (2016) Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges?, *British Poultry Science*, 57(3), 330-338. <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1161727>
- Baitsi K Podisi, B. K., Knott, S. A., Burt, D. W., & Hocking, P. M. (2013). Comparative analysis of quantitative trait loci for body weight, growth rate and growth curve parameters from 3 to 72 weeks of age in female chickens of a broiler-layer cross. *BMC Genetics* <http://www.biomedcentral.com/1471-2156/14/22>.
- 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>
- Bassler, A. W. (2005). *Organic broilers in floorless pens on pasture*. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Beaumont C, Calenge F, Chapuis H, Fablet J, Minvielle F, & Tixier-Boichard M. (2010). Genetics of egg quality. *INRA Production Animal*, 23(2), 123-32. https://www.researchgate.net/publication/254861431_Genetics_of_egg_quality
- Beaumont, C. & Chapuis, H. (2004). Génétique et sélection avicole: évolution des méthodes et des caractères. *INRA Producción Animal*, 17, 35-43. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2004.17.1.3551>
- Begli, H. E., Zerehdaran, S., Hassani, S., Abbasi, M. A., Khan Ahmadi, A. R. (2010). Heritability, genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Iranian native fowl. *Br Poultry Science* 51(6), 740-744. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.528750>
- Beilharz, R. G., Luxford, B., & Wilkinson, J. L. (1993). Quantitative genetics and evolution: is our understanding of genetics sufficient to explain evolution? *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 110, 161-170. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.1993.tb00728.x>
- Bendezu, H. C. P., Sakomura, N. K., Malheiros, E. B., Gous, R. M., Ferreira, N. T., Fernandes, J. B.K. (2018). Modelling the egg components and internal cycle length of laying hens. *Animal Production Science*. 59(3). <https://doi.org/10.1071/AN17215>
- Bindya, L. A., Murthy, H. N. N., Jayashankar, M. R., Govindaiah, M. G. (2010). Mathematical models for egg production in an Indian colored broiler dam line. *International Journal of Poultry Science*, 9(9), 916-919. <https://doi.org/10.3923/ijps.2010.916.919>
- Blanco, A. E., Icken, W., Ould-Ali, D., Cavero, D., & Schmutz, M. (2014). Genetic parameters of egg quality traits on different pedigree layers with special focus on dynamic stiffness. *Poultry Science*, 93(10), 2457-2463. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04132>

- Bonino, M. (1999). *Pollo Campero. Protocolo para la certificación*. Buenos Aires: INTA ediciones.
- Bonino, M. F., Canet, Z. E. (1999). Producción de pollos y huevos camperos. *Boletín Técnico INTA*.
- Bornstein, S., Plavnik, I., & Lev, Y. (1984). Body weight and/or fatness as potential determinants of the onset of egg production in broiler breeder hens. *British Poultry Science*, 25(3), 323-341. <https://doi.org/10.1080/00071668408454873>
- Bovšková, H., Míková, K. y Panovská, Z. (2014). Evaluation of egg yolk colour. *Czech Journal Food Science*, 32(3), 213-217. <https://doi.org/10.17221/47/2013-CJFS>
- Brambell, F. W. R. (1965). *Report of the Technical Committee to Enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems*. London: Her Majestys Stationery Office. <https://www.worldcat.org/es/title/report-of-the-technical-committee-to-enquire-into-the-welfare-of-animals-kept-under-intensive-livestock-husbandry-systems/oclc/475844139>
- Bindya, L. A., Murthy, H. N, N., Jayashankar, M. R., & Govindaiah, M.G. (2010). Mathematical models for egg production in an Indian colored broiler dam line. *International Journal of Poultry Science*, 9(9): 916-919. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2010.916.919>
- Brody, S. (1964). *Bioenergetics and growth, with special reference to the efficiency complex in domestic animals*. New York: Hafner Pub. Co. <https://www.worldcat.org/es/title/bioenergetics-and-growth-with-special-reference-to-the-efficiency-complex-in-domestic-animals/oclc/755801>
- Brody, T. B., Siegel, P. B., & Cherry, J. A. (1984). Age, body weight and body composition requirements for the onset of sexual maturity of dwarf and normal chickens. *British Poultry Science*, 25(2), 245-252. <http://dx.doi.org/10.1080/00071668408454863>
- Broom, D. M. (1996). Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 27, 22-28. https://www.researchgate.net/profile/Donald-Broom/publication/301650716_Animal_welfare_defined_in_terms_of_attempts_to_cope_with_the_environment/links/572c86b308ae9e18450dbaa4/Animal-welfare-defined-in-terms-of-attempts-to-cope-with-the-environment.pdf
- Brown. C. J., Brown, J. E., Butts, W. T. (1973). Evaluating relationship among immature measure of size, shape and performance of beef Bulls. The relationships between immature measures of size, shape and feedlot traits in Young Bulls. *Journal Animal Science* 36, 1021-1023. <https://doi.org/10.2527/jas1973.3661021x>
- Brummer, N., Christoph-Schulz, I., Rovers, A. C. (2017). Consumers' Perspective on Dual-Purpose Chickens. *International Journal on Food System Dynamics*, 164-169. <http://dx.doi.org/10.18461/pfsd.2017.1717>.

- Bullock, J. & Hall, J. C. (1968). Effect of steroid esters on comb growth. *World Poultry Science Journal* 24: 328.
- Caldas, J. V., Hilton, K., Boonsinchai, N., England, J. A., Mauromoustakos, A., & Coon, C. N. (2018). Dynamics of nutrient utilization, heat production, and body composition in broiler breeder hens during egg production. *Poultry Science*, 97(8), 2845-2853. <https://doi.org/10.3382/ps/pey133>
- Callejo Ramos, A. (2016). Cría y recría de futuras reproductoras. Sitio argentino de producción animal. www.produccion-animal.com.ar.
- Canet, Z. E. (2017). *Genotipos híbridos alternativos para la producción de gallinas ponedoras aptas para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal*. [Tesis doctoral inédita]. Universidad Nacional de Rosario
- Canet, Z. E., & Terzaghi A. L. (2003). Pollo Campero INTA. *IDIA XXI*, 5, 46-49. https://www.produccion-nimal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/18-pollo_campero.pdf
- Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Fernández, R., Martines, A., Librera, J.E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2014). Caracteres productivos a la madurez sexual y peso del huevo en función de la edad de postura en tres grupos genéticos de gallinas camperas. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 7-12. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2226-7612014000100002
- Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Librera, J. E., Dottavio, A. María., & Di Masso, R. J. Condición corporal de gallinas reproductoras camperas al finalizar el primer ciclo de postura. (2017). *Revista de Tecnología Agropecuaria*, 10, 33, 47-49. <https://inta.gob.ar/documentos/condicion-corporal-de-gallinas-reproductoras-camperas-al-finalizar-el-primer-ciclo-de-postura>
- Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Romera, B. M., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018). Evaluación de dos alternativas genéticas de gallinas reproductoras para la producción de pollos camperos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 38(2), 73-85. <http://www.aapa.org.ar/rapa/38/2/04-GM-Canet%20-%20OK.pdf>
- Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (1989, Diciembre, 2-3). *Estudio genético de caracteres de forma y tamaño del huevo en gallinas ponedoras de diferente genotipo en dos edades del primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. Primera Jornada y IX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Fain Binda, M. V., Romera, B. M., & Di Masso, R. J. (2011^a, Septiembre 6-9). *Condición corporal a la faena de gallinas pertenecientes a cinco estirpes maternas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura.

- Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Fain Binda, M. V., Romera, B. M., & Di Masso, R. J. (2011b, Septiembre 6-9). *Análisis dinámico del peso corporal de cinco estirpes maternas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura.
- 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. *Journal of Basic and Applied Genetics XXII* (2), 40-47.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/bag/v32n2/1852-6233-bag-32-02-59.pdf>
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012a, Octubre 24). *Curvas de postura en dos poblaciones sintéticas de reproductoras camperas y los híbridos resultantes de sus cruzamientos recíprocos*. [Presentación en póster]. XIII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012b, Octubre 24). *Modificación del peso del huevo en función de la edad de postura en dos poblaciones sintéticas de reproductoras camperas y los híbridos resultantes de sus cruzamientos recíprocos*. [Presentación en póster]. XIII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Romera, B. M., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010, Agosto 6). *Peso y forma del huevo en seis poblaciones experimentales de ponedoras camperas*. [Presentación en póster]. Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Romera, B. M., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2011c, Septiembre 6-9). *Estudio dinámico del peso del huevo en cinco estirpes maternas de pollo campero*. [Presentación en póster]. XII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas en Ciencias Veterinarias. Jornada Nacional de Divulgación Técnico-Científica.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi, A. L., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2007a, Agosto 6). *Madurez sexual y caracteres productivos en ponedoras híbridas experimentales con genes Cornish*. [Presentación en póster]. VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi, A. L., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2008a, Agosto 6). *Caracteres productivos a la madurez sexual en híbridos experimentales de tres vías de ponedoras camperas*. [Presentación en póster]. IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi, A., & Di Masso, R. J. (2008b). Condición corporal de ponedoras camperas al finalizar su primer ciclo de postura. *RAPA Revista Argentina de Producción Animal* 28 (Supl. 1), 131-132.

- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi, A., Dottavio, A. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2007b, Noviembre 29-30). *Condición corporal de gallinas ponedoras de diferente genotipo en su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi, A., Romera, B. M., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2009a). Condición corporal a la faena luego de un ciclo único de postura en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 33(1), 75-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3330164>
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Romera, B. M., Terzaghi, A., & Di Masso, R. J. (2009b, Septiembre 16). *Grasa abdominal en dos poblaciones experimentales de ponedoras camperas categorizadas por estado corporal al finalizar el primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., Fernández, R., Martines, A., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2013). *Peso del huevo en función de la edad de postura en tres grupos genéticos de gallinas camperas*. [Presentación en póster]. XXXIV Sesiones de Comunicaciones Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. http://www.vet.unne.edu.ar/index.php?option=com_joomdoc&view=documents&path=SesionDeComunicacionesCientificas&Itemid=199
- Canet, Z. E., Librera, J. E., Fain Binda, V., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012c, Agosto 6). *Restricción alimenticia y peso corporal de reproductoras de diferentes poblaciones sintéticas utilizadas como genotipos maternos en la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Canet, Z. E., Romera, B. M., Fain Binda, V., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010, Diciembre 2-3). *Curva de postura inicial de cinco estirpes maternas para producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Canet, Z. E., Romera, B. M., Fain Binda, V., Terzaghi, A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012d). Indicadores productivos a la madurez sexual en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32(1), 37-46.
- Canet, Z. E., Romera, B. M., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018/19). Caracterización productiva de cinco poblaciones sintéticas de gallinas reproductoras camperas. *Veterinaria Cuyana*, 13, 5-17. http://fcv.uccuyosl.edu.ar/images/2017/pdf/revistasegunda/VetCuyana_vol_13_2018_19p.pdf
- Canet, Z. E., Fain Binda, V., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012e, Agosto, 6). *Madurez sexual y caracteres asociados en pollas derivadas de los cruzamientos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollo campero*. [Presentación en póster]. XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.

- Canon, M. (2013). Bienestar Animal en aves y su impacto en la productividad. <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/bienestar-animal-aves-impacto-t5224/124-p0.htm>.
- Carrasco, J., & Hernán, M. (1993). *Estadística multivariante en las ciencias de la vida*. Madrid: Ciencia 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=39659>
- Carrazzoni de Menezes, P., Rodrigues de Lima, E., Pinto de Medeiros, J., Ketrui de Oliveira, W. N., & Evencio-Neto, J. (2012). Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(9), 2064-2069. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000900014>
- Carreon, R. (2018). La importancia del control de peso en las hembras en producción. Artículo de divulgación Cobb. <https://avinews.com/la-importancia-del-control-peso-las-hembras-produccion/>
- Carter, T. C., & Jones, R. M. (1970). The hen's egg: Shell shape and size parameters and their interrelations. *British Poultry Science*, 11(2), 179-188. <https://doi.org/10.1080/00071667008415805>
- Carter, T. C. (1968). The hen's egg: A mathematical model with three parameters. *British Poultry Science* 9(2), 165-171. <https://doi.org/10.1080/00071666808415706>
- Casas Rodríguez, S., Guerra Casas, L., Ceró Rizo, A., & Uña Izquierdo, F. (2016). Empleo de los diámetros del huevo para el cálculo del volumen y superficie y su correlación con otros caracteres externos e internos en tres propósitos de gallinas reproductoras. *Revista de Producción Animal*, 28(2-3), 33-38. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v28n2-3/rpa05216.pdf>
- Castelló, J. A., Barragán, J. I., Borroeta, A. C., & Calvet, S. (2010). Producción de huevos. *Real Escuela de Avicultura*.
- Castello Llobet, J. A., Lleonart, F., & Col, F. L. (1989, Junio 12-14). *Experiencias de diversos tipos de reestrcción en el conejo*. XIV Symposium de Cunicultura, 91-104. Asociación Española de Cunicultura (ASESCU). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2906263>
- Castelló Llobet, J. A., Pontes Pontes, M., & Franco González, F. (1989). *Producción de huevos*. Barcelona, España: Real Escuela de Avicultura. <https://opac.biblio.unicen.edu.ar/cgi-bin/koha/opac-etail.pl?biblionumber=27613>
- Cerón-Rojas, J. J., & Sahagún-Castellanos, J. (2005). Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia*, 39(6), 667-677. <https://www.redalyc.org/pdf/302/30239610.pdf>
- Chambers, J. R. (1990). Genetics of growth and meat production in chickens. En: R.D. Crawford (ed.) *Poultry Breeding and Genetics*, Elsevier, Amsterdam. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL9000988>

- Chatterjee, R., Sharma, R. P., Mishra, A., Dange, M., & Bhattacharya, T. K. (2008). Association of microsatellites with growth and immunocompetence traits in crossbred layer chickens. *The Journal of Poultry Science*, 45(3), 186-191.
<https://doi.org/10.2141/jpsa.45.186>
- Cheema, M. A., Qureshi, M. A., & Havenstein, G. B. (2003). A comparison of the immune response of a 2001 commercial broiler with a 1957 randombred broiler strain when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 82(10), 1519-1529.
<https://doi.org/10.1093/ps/82.10.1519>
- Chimezie, V. O., Fayeye, T. R., Toye, A. A., Ayorinde, K. L., & Ayeni B. D. (2017). Relationship between age and body weight at sexual maturity and some egg production traits in three varieties of japanese quails. *International Journal of Agricultural and Veterinary Sciences* 3, 26-33.
<https://doi.org/10.18819/ijavs.2017.1564>
- Clayton, G. A., & Robertson, A. (1966). Genetics of changes in economic traits during the laying year. *British Poultry Science*, 7(2), 143-151.
<https://doi.org/10.1080/00071666608415616>
- Cobb Vantres Breeder Management Guide (2016).
<https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/ddeea340-bbce-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf>
- Cornwallis, C. & Birkhead, T. (2006). Experimental evidence that female ornamentation increases the acquisition of sperm and signals fecundity. *Proceedings of the Royal Society B*, 274, 583-590. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3757>
- Corr, S. A., Gentle, M. J., Mc Corquodale, C. C., & Bennett, D. (2003). The effect of morphology on walking ability in the modern broiler: a gait analysis study. *Animal Welfare*, 12, 159-171. <https://doi.org/10.1017/S0962728600025616>
- Costa, M. S. (1981). Fundamental principles of broiler breeder nutrition and the design of feeding programs. *World's Poultry Science Journal*, 37, 177-192.
<https://doi.org/10.1079/WPS19810013>
- Costantini, B. N., Romera, B. M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018, Agosto 16-17). Caracterización zoométrica temprana de gallinas del cruzamiento experimental Campero Casilda. Estudio descriptivo. [Presentación en póster]. XIX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2018. Facultad de Ciencias Veterinarias. VI Jornada Latinoamericana. IV Jornadas de Ciencia y Tecnología 2018. Facultad de Ciencias Agrarias. III Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2018. Universidad Nacional de Rosario.
<https://fveter.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2018/10/LibroResumenesJCyT2018.pdf>
- Cowen, N. S., Bohren, B. B., & McKean, H. E. (1964). Increase in pullet egg size with age. *Poultry Science* 43(2), 482-486. <https://doi.org/10.3382/ps.0430482>

- Crandal, P. G., Seideman, S., Ricke, S. C., & O'Bryan, C. A., Fanatico, A. S., & Rainey, R. (2009). Organic poultry. Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues. *Journal of Applied Poultry Research*, 18, 795-802. <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00025>
- 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 informations*, 50(2), 4-9. <https://lohmann-breeders.com/media/2020/06/2015-LOHMANN-dual.pdf>
- Darmani Kuhi, H., Porter, T., Lopez, S., Kebreab, E., Strathe, A. B., Dumas, J., & France, J. (2010). A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. *World's Poultry Science Journal* 66, 227-239. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000280>
- Dawkins, M. S. (2003) Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology* 106(4), 383-387. <https://doi.org/10.1078/0944-2006-00122>
- Dawkins, M. S. (2004). Using behavior to assess animal welfare. *Animal Welfare* 13, 3. <http://dx.doi.org/10.1017/S0962728600014317>
- De Beer, M., & Coon, C. N. (2007). The effect of different feed restriction programs on reproductive performance, efficiency, frame size, and uniformity in broiler breeder hens. *Poultry Science*, 86(9), 1927–1939. <https://doi.org/10.1093/ps/86.9.1927>
- Decuyper, E., Bruggeman, V., Barbato, G. F., & Buyse, J. (2003). Growth and reproduction problems associated with selection for increased broiler meat production. *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. WM Muir y SE Aggrey editores. CABI Publishing, Wallingford, UK. <http://www.asaae.co.za/resources/books/Poultry%20Genetics%20Breeding%20and%20Biotechnology.pdf>
- Delgado, J. V., Barba, C., Camacho, M. E., Sereno, F. T. P. S., Martínez, A., & Vega-Pla, J. L. (2001). Caracterización de los animales domésticos en España. *Animal Genetic Resources Information*, 29, 7–18. <https://doi.org/10.1017/s1014233900005162>
- de Verdal, H., Narcy, A., Bastianelli, D., Chapuis, H., Mème, N., Urvoix, S., Le Bihan-Duval, E., & Mignon-Grasteau, S. (2011). Improving the efficiency of feed utilization in poultry by selection. 1. Genetic parameters of anatomy of the gastro-intestinal tract and digestive efficiency. *BMC Genetics*, 12, 59. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-12-59>
- Di Masso, R. J., Dottavio, A. M., Alvarez, M., & Font, M. T. (1997, Septiembre 14-18). *Peso del huevo en función de la edad de postura en ponedoras híbridas con madre Fayoumi*. XXVIII Congreso Argentino de Genética - Encuentro Latinoamericano de Bioética y Genoma Humano. San Miguel de Tucumán, Tucumán.

- 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://pdf.sciencedirectassets.com/776861/1>
- Di Masso, R. J., Pippa, C., Silva, P. S., & Font, M. T. (2010). Componentes principales como fenotipos de sistemas biológicos complejos. Relación músculo-hueso en el ratón (*Mus musculus*). *BAG Journal of Basic and Applied Genetics*, 21, 1852-1857.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-62332010000100002
- Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010). Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG Journal of Basic and Applied Genetics*, 21(2), artículo 12.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-62332010000200012
- Dottavio, A. M., Advínculo, S. A., Librera, J. E., Romera, B. M., Canet, Z. E. y Di Masso, R. J. (2014). Caracterización comparativa a la faena de cinco híbridos experimentales de pollo campero con diferente genotipo materno. *Analecta Veterinaria*, 34(1-2), 5-10.
<https://docplayer.es/30979040-Characterizacion-comparativa-a-la-faena-de-cinco-hibridos-experimentales-de-pollo-campero-con-diferente-genotipo-materno.html>
- Dottavio, A. M., Advínculo, S. A., Martines, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., Romera, B. M., y Di Masso, R. J. (2019a). Interacción genotipo x estación del año sobre caracteres de producción de carne en pollos camperos. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 9(01), 15-21. <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2019.09.01.15-21>
- Dottavio, A. M., Álvarez, M., Advínculo, S. A., Martines, A., Canet, Z. E., Di Masso, R. J. (2013). Análisis dimensional del crecimiento en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. *FAVE (Sección Ciencias Veterinarias)*, 12(1), 53-70. <https://doi.org/10.14409/favecv.v12i1/2.4545>
- Dottavio, A. M., Álvarez, M., Canet, Z. E., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2007). Patrón de crecimiento de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27(2), 75-82. <https://www.aapa.org.ar/rapa/27/2/002-795-96-97-GM-Dottavio%20y%20otros.pdf>
- Dottavio, A. M., Álvarez, M., Librera, J. E., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2012). Caracteres a la faena en híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 36(1), 23-30.
- Dottavio, A. M., Amoroto, I., Romera, B. M., Álvarez, M., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2011). Conformación corporal en poblaciones de pollos para carne con diferente velocidad de crecimiento. *FAVE (Sección Ciencias Veterinarias)*, 9(2), 25-36.
<https://doi.org/10.14409/favecv.v9i2.1500>

- Dottavio, A. M., Canet, Z. E., Álvarez, M., Creixell, B., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (2001a). Productive traits in hybrid hens with Fayoumi maternal genotype. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 9(2), 57-62. https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/264
- Dottavio, A. M., Canet, Z. E., Álvarez, M., Martínez, A., Advínculo, S. A., & Di Masso, R. J. (2009). Proporción de pechuga, muslo y grasa abdominal y rendimiento a la faena en poblaciones experimentales de pollos camperos. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 33(1), 17-19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3330068>
- Dottavio, A. M., Canet, Z. E., Faletti, C., Álvarez, M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2005). Yolk: albumen ratio in experimental hybrid layers with different paternal genotype. *Archivos de Zootecnia*, 54, 87-95. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49520509.pdf>
- Dottavio, A. M., Canet, Z. E., Faletti, C., Peralta, L., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2003). Peso corporal y peso del huevo en híbridos experimentales de gallinas ponedoras con diferente genotipo paterno. Análisis multivariado. *BAG Journal of Basic and Applied Genetics*, 15(1), 29-32.
- Dottavio, A. M., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (1998). Incorporación de genes Fayoumi en híbridos de tres vías de gallinas ponedoras y su efecto sobre el peso del huevo. III Congreso Rosarino y XVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Dottavio, A. M., Fernández, R., Antruejo, A. E., Martínez, A., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2014). Relación de conversión y caracteres relacionados en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. *FAVE (Sección Ciencias Veterinarias)*, 12(1-2), 75-84. <https://doi.org/10.14409/favecv.v13i1/2.4976>
- Dottavio, A. M., Fernández, R., Librera, J. E., Martínez, A., Advínculo, S. A., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2013). Eficiencia alimenticia en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Revista Ciencia Veterinaria*, 15(1), 25-38. <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet2013-1512>
- Dottavio, A. M., Fernández, R., Romera, B. M., Advínculo, S. A., Martínez, A., Librera, J. E., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2019b). Evaluación de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero bajo dos manejos de la alimentación. *Veterinaria (Montevideo)* 55(212), 57-65. <https://doi.org/10.29155/VET.55.212.3>
- Dottavio, A. M., Librera, J. E., Romera, B. M., Font, M. T., & Di Masso, R. J. (2008). Eficiencia de conversión de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. *FAVE (Sección Ciencias Veterinarias)*, 7, 7-15. <https://doi.org/10.14409/favecv.v7i1/2.1465>
- Dottavio, A. M., Peralta, L., Faletti, C., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (2001b). Peso corporal y peso del huevo en híbridos simples y de tres vías de gallinas ponedoras. *In Vet*, 3(1-2), 75-80.
- Dottavio, A. M., Romera, B. M., Canet, Z. E., & Di Masso, R. J. (2019c). Interacción genotipo-manejo de la alimentación en la producción de pollos camperos. *Revista Veterinaria*, 30(1), 43-47. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.3013896>

- Drewnowski, A. (2010). The nutrient rich foods index helps to identify healthy, affordable foods. *American Journal of Clinical Nutrition*. 91(4),1095–1101.
<https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28450D>
- DSM. (2018). Egg quality manual.
<https://www.dsm.com/content/dam/dsm/%20anh/en/documents/dsm-egg-quality%20manual.pdf>
- Ducrocq, V., Besbes, B., & Protais, M. (2000). Genetic improvement of ng hens viability using survival analysis. *Genetics Selection Evolution*, 23, 23-40.
<https://doi.org/10.1186/1297-9686-32-1-23>.
- Duman, M., Şekeroğlu, A., Yıldırım, A., Eleroğlu, H., & Camcı, Ö. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *Euroean Poultry Science*. 8, 1-9.
<https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- Duncan, I. J. H.(1981). Animal right-Animal welfare. A scientist's assessment. *Poultry Science*, 60(3), 489-499. <https://doi.org/10.3382/ps.0600489>
- Dunn, I. C, Miao, Y. W., Morris, A., Romanov, M. N., Wilson, P. W., & Waddington, D. (2004). A study of association between genetic markers in candidate genes and reproductive traits in one generation of a commercial broiler breeder hen population. *Heredity* 92(2), 128–134. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800396>
- Du Plessis, P. H. C., & Erasmus, J. (1972). The relationship between egg production, egg weight and body weight in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 28(3), 301-310. <https://doi.org/10.1079/WPSJ19720010>
- Eisen, E. J., Bohren, B. B., & McKean, H. E. (1962). The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science*, 41(5),1461-1468. <https://doi.org/10.3382/ps.0411461>
- Eitan, Y., Soller, M., & Rozenmboin, I. (1998). Comb size and estrogen levels toward the onset of lay in broiler and layer strain females under ad libitum and restrictes feeding. *Poultry Science*, 77(11), 1593-1600. <https://doi.org/10.1093/ps/77.11.1593>
- Elrom, K. (2000). Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 55(1), 1-11.
- Ernst, R. A., & Mather, F. B. (1992). Effect of lighting and moving age on performance of Leghorn pullets. *Journal of Applied Poultry Research*, 1(3), 291-295.
<https://doi.org/10.1093/japr/1.3.291>
- Estevez, I. (2007). Density allowances for broilers: Where to set the limits? *Poultry Science*, 86, 1265-1272. <https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265>
- Etches, R. J. (1996). *Reproduction in poultry*. Wallingford, UK: CAB International.
- Etches, R.J. (1988). *Reproducción Aviar*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

- Fain Binda, V., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012, Agosto 6). *Análisis dinámico del peso del huevo en los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollo campero*. [Presentación en póster]. Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Fain Binda, V., Romera, B. M., Charriere, M. V., Jacquelin, L., Canet, Z. E., Acosta, J. E., & Di Masso, R. J. (2010, Septiembre 28-30). *Calidad interna y externa de huevos de ponedoras Negra INTA en un modelo agroecológico*. Simposio de Agroecología. Rosario, Santa Fe.
- Fain Binda, V., Trillo Nunes, M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2013, Agosto 6). *Peso del huevo e índice de forma en dos poblaciones sintéticas de reproductoras camperas y sus híbridos recíprocos, en dos edades de su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. XIV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Jornada Latinoamericana.
- Fairfull, R.W., & Gowe, R. S. (1990). Genetics of egg production in chickens. *Poultry Breeding and Genetics. The Netherlands*, 705–759.
- Fan, H., & Wu, J. (2022). Conventional use and sustainable valorization of spent egg-laying hens as functional foods and biomaterials: A review. *Bioresources and Bioprocessing*, 9, 43. <https://doi.org/10.1186/s40643-022-00529-z>
- Fanatico, A., & Born, H. (2002). *Label Rouge: Pasture-based poultry production in France. An ATTRA Livestock Technical*. Note. <http://www.attra.ncat.org/attra-publ/labelrouge.html>
- FAO. (2012). Phenotypic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines No. 11. Rome. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/0fe9d7e8-8dcf-5c94-a051-9977a5853671/>
- FAO. (2013). Revisión del desarrollo avícola. <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- FAO. (2014). Producción y productos avícolas <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/es/>
- FAO. (2020). Producción y productos avícolas. <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/es/>
- Farzin, N., Vaez Torshiz, I. R., Kashan, N. E. J., & Gerami, A. (2010). Estimates of genetic and phenotypic correlations between monthly and cumulative egg productions in a commercial broiler female line. *Global Veterinaria*, 5(3), 164-167. [https://www.idosi.org/gv/gv5\(3\)10/2.pdf](https://www.idosi.org/gv/gv5(3)10/2.pdf)

- Fernández, R. J. (2022) Efectos del incremento de asignación de alimento durante la recría sobre el crecimiento y la eficiencia reproductiva en genotipos maternos del pollo Campero - INTA. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste.
- Fernández, R., Sindik, M., Revidatti, F., Sanz, P., Sosa, L., & Ortiz, D. (2017). Madurez sexual y producción de huevos en reproductoras pesadas Campero INTA. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal* 9, 20-36.
<https://aicarevista.jimdo.com/n%C3%BAmoros/vol%C3%BAmén-9-2017/>
- Ferreira, N.T., Sakomura, N. K., de Paula Dorigam, J. C., Pereira da Silva, E., & Gous, R. M. (2015). Modelling the egg components and laying patterns of broiler breeder hens. *Animal Production Science*. 56(7), 1091-1098. <https://doi.org/10.1071/AN14737>
- Festing, F. W., & Nordskog, A. W. (1967). Response to selection for body weight and egg weight in chickens. *Genetics*, 55(2), 219-231. <https://doi.org/10.1093/genetics/55.2.219>
- Fialho F. B., & Ledur, M.C. (1997). Segmented polynomial model for estimation of egg production curves in laying hens. *British Poultry Science*, 38(1), 66-73.
<https://doi.org/10.1080/00071669708417942>
- Fitzhugh, H. A. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal Animal Science*, 42, 1036-1051. <https://doi.org/10.2527/jas1976.4241036x>
- Flock, D. K. (1998). Genetic-economic aspects of feed efficiency in laying hens. *World's Poultry Science Journal* 54, 225–239. <https://doi.org/10.1079/WPS19980015>
- France, J., Dijkstra, J., & Dhanoa, Ms. (1996). Growth functions and their application in animal science. *Annales de zootechnie*, 45 (Suppl.1), 165-174.
<https://doi.org/10.1051/animres:19960637>
- Francesch A, Estany J, Alfonso L, & Iglesias M. (1997). Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three catalan poultry breeds. *Poultry Science* 76(12), 1627-1631. <https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1627>
- Francesch, A., Villalba, I., & Cartaà, M. (2011). Methodology for morphological characterization of chicken and its application to compare Penedesenca and Empordanesa breeds. *Animal Genetic Resources*, 48, 79–84.
<https://doi.org/10.1017/S2078633610000950>
- Frank, F. R., Burger, R. E., & Swanson, M. H. (1965). The relationships among shell membrane, selected chemical properties, and the resistance to shell failure of *Gallus domesticus* eggs. *Poultry Science*, 44(1), 63-69. <https://doi.org/10.3382/ps.0440063>
- Frank, F. R., Swanson, M. H., & Burger, R. E. (1964). The relationships between selected physical characteristics and the resistance to shell failure of *Gallus domesticus* eggs. *Poultry Science*, 43(5), 1228-1235. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0431228>
- Friedrich, N. O. (2012). *Bienestar Animal*. http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/32-Bienestar_Animal.pdf.

- Funk, E. M. (1934). The relation of sexual maturity and egg weight in the domestic fowl. *Journal of Agricultural Research*, 49: 1033-1039.
<https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43968426/pdf>
- Galíndez, R., Peña, I., Albarrán, A., & Prosperi, J. (2014). Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. *Zootecnia Tropical*, 32(2), 207-215.
https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Galindez/publication/297371342_Weight_and_egg's_internal_quality_indicators_of_four_breeds_of_Venezuelan_breeding_hens/links/5a557dd745851547b1bd6dee/Weight-and-eggs-internal-quality-indicators-of-four-breeds-of-Venezuelan-breeding-hens.pdf
- Galli, R., Preusse, G., Uckermann, O., Bartels, T., Krautwald-Junghanns, M. E., Koch, E., & Steiner, G. (2016). In ovo sexing of domestic chicken eggs by Raman spectroscopy. *Analytical chemistry*, 88(17), 8657-8663.
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.analchem.6b01868>
- García Martín, E. (2011). *Pollos de corral, camperos, label, ecológicos y picantotes*. Real Escuela de Avicultura. España: Proaviar.
- García Trujillo, R. J., Berrocal, L., Moreno, G., & Ferrón, G. (2008, Septiembre 16-20). *Factores que afectan a la producción de huevos ecológicos en Andalucía*. VIII Congreso de la SEAE, Bullas, Murcia.
[https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/sesiones/17%20S3D.%20GANADERIA%20\(II\)/S4D6.pdf](https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/sesiones/17%20S3D.%20GANADERIA%20(II)/S4D6.pdf)
- García Trujillo, R., Berrocal, J., Moreno, L., & Ferrón, G. (2009). Producción ecológica de gallinas ponedoras. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural Junta de Andalucía. *Colección Ganadería, Serie, Producción ecológica*.
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf
- Gavora, J. S., Liljedahl, L. E., McMillan, I., & Ahlen, K. (1982). Comparison of three mathematical models of egg production. *Poultry Science*, 23, 339-348.
<http://dx.doi.org/10.1080/00071688208447967>
- Gavora, J. S., Parker, R. J., & McMillan, I. (1971). Mathematical model of egg production. *Poultry Science*, 50, 1306-1315. <https://doi.org/10.3382/ps.0501306>
- Gilbert, A. B., Peddie, J., Teague, P. W., & Mitchell, G. G. (1978). The effect of delaying the onset of laying in pullets with a low-calcium diet on subsequent egg production. *British Poultry Science*, 19(1), 21-34. <https://doi.org/10.1080/00071667808416438>
- Godshalk, E. B., & Timothy, D. H. (1988). Factor and principal component analyses as alternatives to index selection. *Theoretical Applied Genetics* 76(3), 352-360.
<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00265334>

- Goto, T., Ishikawa, A., Onitsuka, S., Goto, N., Fujikawa, Y., Umino, T., Nishibori, M., & Tsudzuki, M. (2011). Mapping quantitative trait loci for egg production traits in an F2 intercross of Oh-Shamo and White Leghorn chickens. *Animal Genetics* 42(6), 634-641. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2011.02190.x>
- Graves, H. B., Hable, C. P., & Yenkins, T. H. (1985). Sexual selection in gallus: Effects of morphology and dominance on female spatial behavior. *Behavioural Processes* 11, 189-197. [https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0376-6357\(85\)90060-9](https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/0376-6357(85)90060-9)
- Gregory, N., & Robins, J. (1998). A body condition scoring system for layer hens. *New Zealand Journal Agriculture Resources*, 41(4), 555-559. <https://doi.org/10.1080/00288233.1998.9513338>
- Grossman, M., Grossman, T. N., & Koops, W. J. (2000). A model for persistency of egg production. *Poultry Science*, 79(12), 1715-1724. <https://doi.org/10.1093/ps/79.12.1715>
- Gučye, E. F., Ndiaye, A., & Branckaert, R. D. S. (1998). Prediction of body weight on the basis of body measurements in mature indigenous chickens in Senegal. *Livestock Research for Rural Development*, 10, artículo 28. <http://www.lrrd.org/lrrd10/3/sene103.htm>
- Günlü, A., Kirikçi, K., Çetin, O., & Garip, M. (2003) Some external and internal quality characteristics of partridge (*A. graeca*) eggs. *Journal of Food Agriculture and Environment* 1(3-4), 197-199. <https://doi.org/10.1234/4.2003.431>
- Gwasa, D. S., Tor, N. E. T., & Wamagi, T. I. (2013). Discriminant Analysis of Morphological Traits in Selected Population of the Tiv Local Chicken Ecotype in the Derived Guinea Savanah of Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 3, 60-64. https://www.researchgate.net/publication/315804317_Discriminant_Analysis_of_Morphological_Traits_in_Selected_Population_of_the_Tiv_Local_Chicken_Ecotype_in_the_Derived_Guinea_Savanah_of_Nigeria
- Hafez, H. M., & Hauck, R. (2005). *Genetic selection in turkeys and broilers and their impact on health conditions*. 4th European Poultry Genetics Symposium, World Poultry Science Association, Dubrownik, Croatia. <https://www.cabi.org/Uploads/animal-science/worlds-poultry-science-association/WPSA-croatia-2005/Hafez.pdf>
- Hafid, K., Gagaoua, M., Boudechicha, H. R., Nait-Rabah, S., Ziane, F., Sellama, M., & Boudjellal, A. (2016). A comparison of the carcass and meat quality of ISA (F15) spent hens slaughtered at two different ages. *American Journal of Food Technology*, 11(4), 134-142. <http://dx.doi.org/10.3923/ajft.2016.134.142>
- Hamm, D. (1976). Use of spent laying hens in rendered products. *Poultry Science*, 55(1), 399-402. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0550399>
- Hammershøj, M., Kristiansen, G., & Steenfeldt, S. (2021). Dual-Purpose Poultry in Organic Egg Production and Effects on Egg Quality Parameters. *Foods* 10, 897. <https://doi.org/10.3390/foods10040897>.

- Hansen, C., Yi, N., Zhang, Y. M., Xu, S., Gavora J., & Cheng H. H. (2005) Identification of QTL for production traits in chickens. *Animal Biotechnology* 16(1), 67–79. <https://doi.org/10.1081/ABIO-200055016>
- Harms, R. H., & Hussein, S. M. (1993). Variations in yolk albumen ratio in hen eggs from commercial flocks. *Journal of Applied Poultry Research*. 2(2), 166-170. <https://doi.org/10.1093/japr/2.2.166>
- Hartmann, W. (1989). From Mendel to multi-national in poultry breeding. *World's Poultry Science Journal*, 45(1), 5-26. <https://doi.org/10.1079/WPS19890002>
- Hartmann, C., Johansson, K., Strandberg, E., & Wilhelmson, M. (2000). One-generation divergent selection on large and small yolk proportions in a White Leghorn line. *British Poultry Science*. 41(3), 280–286. <https://doi.org/10.1080/713654930>
- Hartmann, C. & Wilhelmson, M. (2001) The hen's egg yolk: A source of biologically active substances *World's Poultry Science Journal*, 57(1), 13-28. <https://doi.org/10.1079/WPS20010003>
- Haugh, R. R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poultry Magazine*, 43, 552-555, y 572-573.
- Havlíček, M., Nedomová, Š., Simeonovová, J., Severa, L., & Křivánek, I. (2008). On the evaluation of chicken egg shape variability. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 56(5), 69-74.
- Hays, F. A. (1952). Effects of age at sexual maturity on body weight, egg weight and egg production Massachusetts Agricultural Experiment Station. *Contribution No. 838*. <http://ps.oxfordjournals.org/>
- Hedaia, M., Shalan, H. S., Zweil, H., Wekeel, E. L., & Abdella, M. M. (2012). Selection and correlated response for age at sexual maturity in baheij strain. *Egyptian Poultry Science* (32)(II), 339-350.
- Hellmeister Filho, P. (2002). *Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira*. Tesis doctoral. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Hester, P. Y., AL-Ramamneh, D. S., Makagon, M. M., & Cheng, H. W. (2015). Effect of partial comb and wattle trim on pullet behavior and thermoregulation. *Poultry Science* 94(5), 860–866. <https://doi.org/10.3382/ps/pev066>
- Hocking, P. M. (1993). Effects of body weight at sexual maturity and the degree and age of restriction during rearing on the ovarian follicular hierarchy of broiler breeder females. *British Poultry Science* 34, 793-801. <https://doi.org/10.1080/00071669308417638>
- Hocking, P. M. (2004). Roles of body weight and feed intake in ovarian follicular dynamics in broiler breeders at the onset of lay and after a forced molt. *Poultry Science*, 83(12), 2044-2050. <https://doi.org/10.1093/ps/83.12.2044>

- Hocking, P. M., Gilbert, A. B., Walker, M., & Waddington, D. (1987). Ovarian follicular structure of white leghorns fed ad libitum and dwarf and normal broiler breeders fed ad libitum or restricted until point of lay. *Poultry Science*, 28, 493-506.
<https://doi.org/10.1080/00071668708416983>
- Honkatukia, M., Tuiskula-Haavisto, M., Ahola, V., Uimari, P., Schmutz, M., & Preisinger, R. (2011). Mapping of QTL affecting incidence of blood and meat inclusions in egg layers. *BMC Genetics* 12, 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-12-55>
- Honkatukia, M., Tuiskula-Haavisto, M., Arango, J., Tabell, J., Schmutz, M., Preisinger, R. & Vilkki, J. (2013). QTL mapping of egg albumen quality in egg layers. *Genetics Selection Evolution*, 45(1), 31. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-45-31>
- Horgan, R. (2007). *Legislación de la UE sobre bienestar animal: situación actual y perspectivas*. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA017esp>.
- Hotúa-López, L., Cerón-Muñoz, M., Zaragoza-Martínez, M., & Angulo, J. (2021) Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. *Agronomía mesoamericana*, 32. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42903>
- Hudson, B. P., Lien, R. J., & Hess, J. B. (2001). Effects of body weight uniformity and pre-peak feeding programs on broiler breeder hen performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 10, 24-32. <https://doi.org/10.1093/japr/10.1.24>
- Hunton, P. (1990). Industrial breeding and selection. In: R.D. Crawford (Ed.) *Poultry breeding and genetics*, Elsevier, Amsterdam.
- Hy Line (2018). Mejorando el tamaño del huevo en ponedoras comerciales. AviNews. <https://avinews.com/mejorando-el-tamano-del-huevo-en-las-ponedoras-comerciales/>
- Hy Line, (2016) Guía de manejo. www.hyline.com
- Ibe, S. N. (1989). Measurement of size and confirmation in commercial broilers. *Journal of Animal Breed and Genetics* 106, 461-469.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0388.1989.tb00264.x>
- Icken, W., Looft, C., Schellander, K., Cavero, D., Blanco, A., Schmutz, M., & Preisinger, R. (2014). Implications of genetic selection on yolk proportion on the dry matter content of eggs in a White Leghorn population. *British Poultry Science*. 55(3), 291–297.
<https://doi.org/10.1080/00071668.2014.917272>
- Icken, W., Schmutz, M., Cavero, D., & Preisinger, R. (2013). *Dual purpose chickens: The breeders answer to the culling of day-old male layers*. IX European Symposium on Poultry Welfare.
- Iqbal, M., Kenney, P. B., & Klandorf, H. (1999). Age-related changes in meat tenderness and tissue pentosidine: effect of diet restriction and aminoguanidine in broiler breeder hens. *Poultry Science*, 78(9), 1328-1333.
<https://dx.doi.org/10.1093/ps/78.9.1328>

- Iqbal, J., Khan, S. H., Mukhtar, N., Ahmed, T., & Pasha, R. A. (2016). Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *Journal of Applied Anima Research* 44(1), 54-64. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.987294>
- Jackson, M. E., Friars, G. W., Gavora, J. S., Lin, C. Y., Gowe, R. S., McMillan, I., & Moran, E. T. (1986). Comparisons of control and selected strains, strain crosses, and commercial stocks of leghorns for egg production efficiency. *Poultry Science*, 65(1), 16-25. <https://doi.org/10.3382/ps.0650016>
- Jacob, J. P., Wilson, H. R., Miles, R. D., Butcher, G. D., & Mather, B. (2014). Factors affecting egg production in backyard chicken flocks. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Jin, Y. H., Lee, K. T., Lee, W. I., & Han, Y. K. (2011). Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 279–284. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10210>
- John-Jaja, S., Abdur-Rahman, A., & Nwokolo, S. (2016). Effects of age variance on repeatability estimates of egg dimensions of Bovan Nera Black laying chickens. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 14, 219-226. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jgeb.2016.06.003>
- Johnsson, M., Gustafson, I., Rubin, C. J., Sahlqvist, A. S., Jonsson, K. B., Kerje, S., Ekwall, O., Kämpe, O., Andersson, L., Jensen, P., & Wrigh, D. (2012). A sexual ornament in chickens is affected by pleiotropic alleles at HAO1 and BMP2, selected during domestication. *PLoS Genetics* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002914>
- Jones, D. R., Anderson, K. E., & Davis, G. S. (2001). The effects of genetic selection on production parameters of single comb White Leghorn hens. *Poultry Science*, 80(8), 1139-1143. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/80.8.1139>
- Joseph, N. S.; Robinson, F. E.; Renema, R. A., & Thorsteinson, K. A. (2003). Comb Growth During Sexual Maturation in Female Broiler Breeders. *The Journal of Applied Poultry Research* 12, 7-13. <https://doi.org/10.1093/japr/12.1.7>
- Juárez, A., & Ochoa, M. P. (1995). Rasgos de producción de huevo y calidad de cáscara en gallinas Criollas de cuello desnudo, en clima tropical. *Archivos de Zootecnia*, 44, 79-84.
- Kahn, A. G. (2008). Indigenous breeds, crossbreds and synthetic hybrids with modified genetic and economic profiles for rural family and small scale poultry farming in India. *World's Poultry Science Journal* 64, 405-415. <https://doi.org/10.1017/S0043933908000135>
- Katanbaf, M. N., Dunnington, E. A., & Siegel, P. B. (1989). Restricted feeding in early and late-feathering chickens. 1. Growth and physiological responses. *Poultry Science*, 68, 344-351. <https://doi.org/10.3382/ps.0680344>

- 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 and Poultry Biology Reviews*, 12(3), 127-136. <http://dx.doi.org/10.3184/147020601783698503>
- Kersey, J. H., Parsons, C. M., Dale, N. M., Marr, J. E. & Waldroup, P. W. (1997). Nutrient composition of spent hen meals produced by rendering. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(3), 319-324. <https://doi.org/10.1093/japr/6.3.319>
- Kirunda, D. F. K., & Mckee, S. R. (2000). Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poultry Science* 79(8), 1189-1193. <https://doi.org/10.1093/ps/79.8.1189>
- Knowles, T. G., Kestin, S. C., Haslam, S. M., Brown, S. N., Green, L. E., Butterworth, A., Pope, S. J., Pfeiffer, D., & Nicol, C. J. (2008). Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS One*, 3(2), 545. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001545>
- Koelkebeck, K. W., Bell, D. D., Carey, J. B., Anderson, K. E., & Darre, M. J. (2001). Egg marketing in national supermarkets: Products, packaging, and prices—Part 3. *Poultry Science* 80(4), 396-400. <https://doi.org/10.1093/ps/80.4.396>
- Koenen, M. E., Boonstra-Blom, A. G., & Jeurissen, S. H. (2002). Immunological differences between layer- and broiler-type chickens. *Veterinary Immunology Immunopathology*, 89, 47–56. [https://doi.org/10.1016/s0165-2427\(02\)00169-1](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(02)00169-1)
- Kokoszyński, D., Bernacki, Z., Stęczny, K., Saleh, M., Wasilewski, P. D., Kotowicz, M., Wasilewski, R., Biegniewska, M., & Grzonkowska, K. (2016). Comparison of carcass composition, physicochemical and sensory traits of meat from spent broiler breeders with broilers. *European Poultry Science*, 80. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.131>
- Kontecka, H., Nowaczewski, S., & Sierszula, M. M. (2012). Analysis of changes in egg quality of broiler breeders during the first reproduction period. *Annals of Animal Science*, 12(4), 609. <https://doi.org/10.2478/v10220-012-0051-1>
- Kontecka, H., Woźnicka, J., Witkiewicz, K., & Nowaczewski, S. (2011). Laying, egg and hatchability characteristics in ostrich (*Struthio camelus*) at different age. *Folia biologica (Kraków)*, 59(3-4), 163-167. http://dx.doi.org/10.3409/fb59_3-4.163-167
- Kosba, M. A. (1978). Heterosis and phenotypic correlations for shank length, body weight and egg production traits in the Alexandria strains and their crosses with Fayoumi chickens. *Beitrage zur tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin*, 16(2), 187-198. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/728051/>
- Krautwald-Junghanns, M. E., Cramer, K., Fischer, B., Forster, B., Galli, R., Kremer, F., Mapesa, E. U., Meissner, S., Preisinger, R., Preusse, G., Schnabel, C., Steiner, G., & 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, 749–757, <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex389>

- Kul, S., & Seker, I. (2004). Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science*, 3(6), 400-405. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.400.405>
- Kumari, A., Tripathi, U. K., Maurya, V., & Kumar, M. (2020). Internal quality changes in eggs during storage. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 9(4), 615 – 624. <https://www.ijset.net/journal/2540.pdf>
- Lampkin, N. (1997). *Organic poultry production*. Aberystwyth: Welsh Institute of Rural Studies. University of Wales.
- Lanari, M. R., Taddeo, H., Domingo, E., Centeno, M. P., & Gallo, L. (2003). Phenotypic differentiation of exterior traits in local Criollo goat population in Patagonia (Argentina). *Archives Animal Breeding* 46(4), 347-356. <https://doi.org/10.5194/aab-46-347-2003>
- Latshaw, J. D., & Bishop, B. L. (2001). Estimating body beight and body bomposition of chickens by using noninvasive measurements. *Poultry Science* 80(7), 868–873. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.868>
- Lee, S.-H. & Kim, H.-Y. (2021). Comparison of quality and sensory characteristics of spent hen and broiler in South Korea. *Animals* 11, 2565. <https://doi.org/10.3390/ani11092565>
- Leenstra, F., Horne, P., & Krimpen, M. (2010). *Dual Purpose Chickens, Exploration of Technical, Environmental and Economical Feasibility*. XIIIth European Poultry Conference. <https://www.researchgate.net/publication/241870405>.
- Leeson, S., Caston, L., & Summers, J. D. (1997). Layer performance of four strains of Leghorn pullets subjected to various rearing programs. *Poultry Science* 76(1), 1-5. <https://doi.org/10.1093/ps/76.1.1>
- Lerner, I. (1964). *La base genética de la selección*. Barcelona: Gea.
- Librera, J. E., Álvarez, M., Lucach, S., Serrano, C., Velázquez, J., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2012, Noviembre 29-30). *Comportamiento del dimorfismo sexual en peso corporal en función de la edad en híbridos experimentales de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XIV Congreso y XXXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Librera, J. E., Canet, Z. E., Acosta, J. E., Acevedo, H. J., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015, Septiembre 16). *Caracterización de dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos por el fenotipo ponedora/no ponedora, en su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. XVI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR.
- Lilburn, M. S. (1994). Skeletal growth of commercial poultry species. *Poultry Science*, 73(6), 897-903. <https://doi.org/0.3382/ps.0730897>

- Liu, Z., Yang, N., Yan, Y., Li, G., Liu, A., Wu, G., & Sun, C. (2019). Genome-wide association analysis of egg production performance in chickens across the whole laying period. *BMC Genetics* 20, 67 <https://doi.org/10.1186/s12863-019-0771-7>.
- Loetscher, Y., Albiker, D., Stephan, R., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2015). Differences between spent hens of different genotype in performance, meat yield and suitability of the meat for sausage production. *Animal*, 9(2), 347-355. <http://dx.doi.org/10.1017/S1751731114002468>
- Loetscher, Y., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2014). Late laying hens deposit dietary antioxidants preferentially in the egg and not in the body. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), 647-660. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00973>
- Lourens, A., Molenaar, R., van den Brand, H., Heetkamp, M. J. W., Meijerhof, R., & Kemp, B. (2006). Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poultry Science*, 85(4), 770-776. <https://doi.org/10.1093/ps/85.4.770>
- Luo, P. T., Yang, R. Q., & Yang, N. (2007). Estimation of genetic parameters for cumulative egg numbers in a broiler dam line by using a random regression model. *Poultry Science* 86, 30–36. <https://doi.org/10.1093/ps/86.1.30>
- Mack, S., Hoffmann, D., & Otte, J. (2005). The contribution of poultry to rural development. *World's Poultry Science Journal* 61, 7-14. <https://doi.org/10.1079/WPS200436>
- Maddison, A. E. (1954). The use of partial records in poultry selection. *Proceedings of the British Society of Animal Production*, 109–115. <https://doi.org/10.1017/s0369852100001482>
- Mair, G. (2021). *Agronegocio de especialidad: Huevo Orgánico en Argentina, estudio de caso* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).
- Mao, K. M., Murakami, A., Iwasawa, A., & Yoshizaki, N. (2007). The asymmetry of avian egg-shape: an adaptation for reproduction on dry land. *Journal of Anatomy*, 210(6), 741-748. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00737.x>
- Marble, D. R. (1943). Genetics of egg shape. *Poultry Science*, 22(1), 61-67 <https://doi.org/10.3382/ps.02200611>
- Marion, J. E., Woodroof, J. G., & Cook, R. E. (1965). Some physical and chemical properties of eggs from hens of five different stocks. *Poultry Science*, 44(2), 529-534. <https://doi.org/10.3382/ps.0440529>
- Martin, G. O. (2016). *Etología y comportamiento animal. Principios de bienestar animal*. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia.

- Martines, A., Canet, Z. E., Librera, J. E., Acosta, J. E., Acevedo, H. J., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015a, Septiembre 16). *Caracteres productivos a la madurez sexual de dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. XVI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR.
- Martines, A., Canet, Z. E., Librera, J. E., Acosta, J. E., Acevedo, H. J., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015b, Noviembre 11). *Uniformidad del peso del huevo en el primer ciclo de postura en dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos*. [Presentación en póster]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.
- Martines, A., Canet, Z. E., Librera, J. E., Acosta, J. E., Acevedo, H. J., Dottavio, A. M. & Di Masso, R. J. (2015c, Noviembre 30 Diciembre 1). *Clasificación semanal por categoría de tamaño de los huevos producidos por dos genotipos de gallinas reproductoras durante el primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. XVII Congreso y XXXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Martines, A., Romera, B. M., Canet, Z. E., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2016a, Noviembre 14). *Análisis dinámico del peso del huevo en dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos en su primer ciclo de postura*. [Presentación en póster]. XVII Jornadas de Divulgación Técnico Científicas 2016 Facultad de Ciencias Veterinarias. IV Jornada Latinoamericana. II Jornada de Ciencia y Tecnología 2016 Facultad de Ciencias Agrarias. I Reunión Transdisciplinarias en Ciencias Agropecuarias 2016. Universidad Nacional de Rosario.
- Martines, A., Romera, B. M., Librera, J. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Di Masso, & R. J. (2016b, Diciembre 5-6). *Análisis dinámico del peso del huevo en dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos, en su segundo ciclo de postura*. [Presentación en póster]. Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Martínez, J., Dottavio, A. M., Di Masso, R. J., & Font, M. T. (1995, Noviembre 22-23). *Índice biológico para la selección de ponedoras por el patrón de aumento de peso del huevo*. [Presentación en póster]. XV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Mašić, B., Žigić, L., Šrajber, L., & Marinković, V. (1972). Correlations between shape index and shell deformation of hens' eggs over a laying year. *British Poultry Science*, 13(2), 185-189. <https://doi.org/10.1080/00071667208415934>
- McCracken, K. G., Paton, D. C., & Afton, A. D. (2000). Sexual size dimorphism of the musk duck. *The Wilson Bulletin*, 112(4), 457-466. [https://doi.org/10.1676/0043-5643\(2000\)112\[0457:SSDOTM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1676/0043-5643(2000)112[0457:SSDOTM]2.0.CO;2)
- McGary, S., Estevez, I., Bakst, M. R., & Pollock, D. L. (2002). Phenotypic traits as reliable indicators of fertility in male broiler breeders. *Poultry Science*, 81, 102-111. <https://doi.org/10.1093/ps/81.1.102>

- McMillan, I., Fairfull, R. W., Gowe, R. S., & Gavora, J. S. (1990). Evidence for genetic improvement of layer stocks of chickens during 1950-80. *World's Poultry Science Journal*, 46(3), 235-245. <https://doi.org/10.1079/WPS19900023>
- McRae, D. C., & Duff, J. W. (1969). The measurement of compression stress in eggshells. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 14(1), 1-10. [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(69\)90060-2](https://doi.org/10.1016/0021-8634(69)90060-2)
- Mebratie, W., Madsen, P., Hawken, R., Romé, H., Marois, D., Henshall, J., & Jensen, J. (2019). Genetic parameters for body weight and different definitions of residual feed intake in broiler chickens. *Genetics Selection Evolution*, 51, 1-12. <https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-019-0494-2>
- Melo, J. E., Romano, E., Canet, Z. E., & Miquel, M. C. (2006, Agosto 13-16). *Genetic parameters of growth and feed efficiency in a free-range broiler stock*. VIII World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Brasil. https://www.researchgate.net/publication/281036255_Genetic_parameters_of_growth_and_feed_efficiency_in_a_free_range_broiler_stock
- Méndez Tur, Y. (2012). *Caracterización comparada de las gallinas Baleares*. Tesis de maestría. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, España.
- Méndez, Y., Pons, A., & Francesch, A. (2011). Comparación de medidas zoométricas en las gallinas baleares. *Archivos de Zootecnia*, 60 (231), 445-448. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000300032>.
- Mignon-Grasteau, S., Muley, N., Bastianelli, D., Gomez, J., Peron, A., Sellier, N., Millet, N., Besnard, J., Hallouis, J. M., & Carré, B. (2004). Heritability of digestibilities and divergent selection for digestion ability in growing chicks fed a wheat diet. *Poultry Science*, 83(6), 860-867. <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.860>
- Mine, Y., & Kovacs-Nolan J. 2004. Biologically active hen components in human health and disease. *The Journal of Poultry Science*. 41(1), 1-29. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.1>
- Minvielle, F., Mérat, P., Monvoisin, J. L., Coquerelle, G., & Bordas, A. (1994). Increase of egg weight with age in normal and dwarf purebred and crossbred laying hens. *Genetics Selection Evolution*, 26, 453-462. <https://doi.org/10.1186%2F1297-9686-26-5-453>
- Monira, K. N., Salahuddin, M., & Miah, G. (2003). Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science* 2 (4), 261-263. <https://doi.org/10.3923/ijps.2003.261.263>
- Montenegro, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & Di Masso, R. J. (2015a, Septiembre 16). *Efecto de la cría mixta versus la separación de sexos sobre medidas lineales de conformación corporal en el híbrido experimental de tres vías Campero Casilda*. [Presentación en póster]. XVI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.

- Montenegro, A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., Antruejo, A. E., & Di Masso, R. J. (2015b, Noviembre 11). *Efecto de la cría mixta versus la separación de sexos sobre cuatro índices de conformación corporal a la faena en el híbrido experimental de tres vías campero Casilda*. [Presentación en póster]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.
- Montenegro, A., Viola, M. N., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2016, Noviembre 14). *Efecto de la densidad de aves sobre la conformación corporal a la faena del híbrido experimental de tres vías Campero Casilda*. [Presentación en póster]. XVII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2016 Facultad de Ciencias Veterinarias. IV Jornada Latinoamericana II Jornadas de Ciencia y Tecnología 2016 Facultad de Ciencias Agrarias I Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2016 Universidad Nacional de Rosario.
- Morris, R. H., Hessels, D. F., & Bishop, R. J. (1968). The relationship between hatching egg weight and subsequent performance of broiler chickens. *British Poultry Science*, 9(4), 305-315. <https://doi.org/10.1080/00071666808415726>
- Mukhtar, N. & Khan, S. H. (2012). Comb: An important reliable visual ornamental trait for selection in chickens. *Worlds Poultry Science Journal*, 68, 425-434. <https://doi.org/10.1017/S0043933912000542>
- Nahashon, S. N., Aggrey, S. E., Adefope, N. A., Amenyenu, A., & Wright, D. (2006). Growth characteristics of pearl gray guinea fowl as predicted by the richards, gompertz, and logistic models. *Poultry Science* 85, 359–363 <https://doi.org/10.1093/ps/85.2.359>
- Nangsuay, A., Ruangpanit, Y., Meijerhof, R., & Attamangkune, S. (2011). Yolk absorption and embryo development of small and large eggs originating from young and old breeder hens. *Poultry Science* 90(11), 2648–2655. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01415>
- Narinc, D., Uckardes, F., & Aslan, E. (2014). Egg production curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal* 70(4), 817-828. <http://dx.doi.org/10.1017/S0043933914000877>
- Narushin, U. G., & Romanov, M. N. (2002). Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 58(3), 297-303. <https://doi.org/10.1079/WPS20020023>
- Narushin, V. G. (2001). AP—animal production technology: shape geometry of the avian egg. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 79(4), 441-448. <https://doi.org/10.1006/jaer.2001.0721>
- Navarra, A., Anderson, K., & Edward, M. (2012). Comb size and color relate to sperm quality: a test of the phenotype-linked fertility hypothesis. *Behavioral Ecology*, 1036-1041. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars068>

- Nedomova, S., Severa, L., & Buchar, A. J. (2009). Influence of hen egg shape on eggshell compressive strength. *International Agrophysics*, 23(3), 249-256.
<http://www.international-agrophysics.org/pdf-106440-37284?filename=Influence%20of%20hen%20egg.pdf>
- Nelder, J. A. (1961). The fitting of a generalization of the logistic curve. *Biometrics*, 17(1), 89-110. <https://doi.org/10.2307/2527498>
- Nelder, J. A. (1962). An alternative form of a generalized logistic equation. *Biometrics*, 18(4), 614-616. <https://doi.org/10.2307/2527907>
- Niknafs, S., Nejati-Javaremi, A., Mehrabani-Yeganeh, H., & Fatemi, S. A. (2012) Estimation of genetic parameters for body weight and egg production traits in Mazandaran native chicken. *Tropical Animal Health and Production* 44(7), 1437-1443.
<https://doi.org/10.1007/s11250-012-0084-6>
- Nishiyama, Y. (2012). The mathematics of egg shape. *International journal of pure and applied mathematics*, 78(5), 679-689.
https://www.researchgate.net/publication/259604597_The_mathematics_of_egg_shape
- Nordskog, A. W., & Briggs, D. M. (1968). The body weight egg production paradox. *Poultry Science*, 47(2), 498-504. <https://doi.org/10.3382/ps.0470498>
- Nordskog, A. W., & Hassan, G. M. (1971). Direct and maternal effects of egg-size genes on hatchability. *Genetics* 67(2), 267-278. <https://doi.org/10.1093/genetics/67.2.267>
- North, M. O. (1993). Manual de Producción avícola. Ed. El Manual Moderno S.A. México D.F. Tercera Edición.
- Nosike, R. J., Onunkwo, D. N., Obasi, E. N., Amaraduruonye, W., Ukwu, H. O., Nwakpu, O. F., Ezike, J. C., & Chijioke, E. I. (2017). Prediction of body weight with morphometric traits in some broiler chicken strains. *Nigerian Journal of Animal Production* 44(3), 15-22. <https://doi.org/10.51791/njap.v44i3.732>
- Nowaczewski, S., Kontecka, H., Rosiński, A., Koberling, S., & Koronowski, P. (2010). Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. *Folia biologica (Kraków)*, 58(3-4), 201-207. https://doi.org/10.3409/fb58_3-4.201-207
- Nowaczewski, S., Witkiewicz, K., Frątczak, M., Kontecka, H., Rutkowski, A., Krystianiak, S., & Rosiński, A. (2008). Egg quality from domestic and French guinea fowl. *Nauka Przyroda Technologie*, 2(2), 8. http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_2_8.pdf
- Nys, Y., & Sauveur, B. 2004. Valeur nutritionnelle des œufs. *INRA Productions Animales*. 17(5), 385-393. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2004.17.5.3611>
- Oliva, E. (2021). *Agronegocio de especialidad: Pollo Orgánico y pastoril en Argentina, estudio de caso* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).

- Osei-Amponsah, R., Kayang, B., Naazie, A., Arthur, P. F., & Barchia, I. M. (2011). Characterisation of local Ghanaian chickens: growth performance evaluation based on Richards growth model and genetic size scaling. *Tropical Animal Health Production* 43, 1195–1201. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9825-1>
- Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Rajkumar, U., Niranjana, M., & Haunshi, S. (2015). Evaluation of a three-way cross chicken developed for backyard poultry in respect to growth, production and carcass quality traits under intensive system of rearing. *Journal of Applied Animal Research*, 44, 390-394. <https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1091336>
- Palacios Riocerezo, C., & Castillo, L. (2017). Aspectos clave en la producción avícola ecológica. *Albeitar*, 203, 24-26. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31280.05124>
- Pampin Balado, M. (2005). Cría familiar de aves. Experiencia cubana. *Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente* 3, 79-94. <https://docplayer.es/22009932-Cria-familiar-de-aves-experiencia-cubana.html>
- Parker, T., & Ligon J. (2003). Female mating preferences in red junglefowl: a meta-analysis. *Ethology Ecology Evolution* 15, 63–72. <http://dx.doi.org/10.1080/08927014.2003.9522691>
- Pearson, R. A., & Herron, K. M. (1981). Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. *British Poultry Science*, 22(3), 227-239. <https://doi.org/10.1080/00071688108447881>
- Pelletier, N., Ibarburu, M., & Xin, H. (2014). Comparison of the environmental footprint of the egg industry in the United States in 1960 and 2010. *Poultry Science*, 93(2), 241–255. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03390>
- Pérez, A., Polanco, G., & Pérez, Y. (2004). Morphological characteristics of local chicken ecotypes in Villa Clara Province in Central Cuba. *Livestock Research for Rural Development*, 16 (10). <http://www.lrrd.org/lrrd16/10/pere16076.htm>
- Perrotta, C., Advínculo, S. A., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2016a, Noviembre 14). *Interacción grupo genético x ambiente climático sobre medidas lineales de conformación corporal temprana en aves camperas*. [Presentación en póster]. XVII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas 2016 Facultad de Ciencias Veterinarias. IV Jornada Latinoamericana II Jornadas de Ciencia y Tecnología 2016 Facultad de Ciencias Agrarias I Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2016 Universidad Nacional de Rosario.
- Perrotta, C., Antruejo, A. E., Álvarez, C. H., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2018). Edad de sacrificio y caracteres productivos a la faena en machos de un cruzamiento experimental de tres vías de pollo campero. *Revista Científica FAV-UNRC Ab Intus* 1(1), 53-58. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/7739>

- Perrotta, C., Canet, Z. E., Advínculo, S. A., Antruejo, A. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2016b, Octubre 26). *Interacción genotipo por estación del año sobre la conformación corporal a la faena de aves camperas*. [Presentación en póster]. X Jornada de Ciencia y Tecnología. Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Rosario.
- Pinchasov, Y. (1991). Relationship between the weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. *British Poultry Science* 32(1), 109-115. <https://doi.org/10.1080/00071669108417332>
- Pinto, L. F. B., Packer, I. U., De Melo, C. M. R., Ledur, M. C., & Coutinho, L. L. (2006). Principal components analysis applied to performance and carcass traits in the chicken. *Animal Research* 55, 419-425. <https://doi.org/10.1051/animres:2006022>
- Piquer, F. J. (2001) Interacción nutrición-reproducción en aves. XVII Curso de Especialización FEDNA. <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/01CAPIV.pdf>
- 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. *Revista Veterinaria* 20(2), 86-91. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/1855>
- Podisi, K., Knott, S. A., Dunn, I. C., Law, A. S., Burt, D. W., & Hocking, P. M. (2011). Overlap of quantitative trait loci for early growth rate, and for body weight and age at onset of sexual maturity in chickens. *Reproduction* 141, 381–389. <https://doi.org/10.1530/REP-10-0276>
- Poggenpoel, D. G. (1986). Correlated response in shell and albumen quality with selection for increased egg production. *Poultry Science* 65(9), 1633–1641. <https://doi.org/10.3382/ps.0651633>
- Poggenpoel, D. G., & Duckitt, J. S. (1988). Genetic basis of the increase in egg weight with pullet age in a White Leghorn flock. *British Poultry Science*, 29(4), 863-867. <https://doi.org/10.1080/00071668808417115>
- Połtowicz, K., & Doktor, J. (2011). Effect of free-range raising on performance, carcass attributes and meat quality of broiler chicken. *Animal Science Papers and Reports*, 29(2), 139-149. https://www.researchgate.net/publication/271134192_Effect_of_free-range_raising_on_performance_carcass_attributes_and_meat_quality_of_broiler_chickens
- Poole, G. H., Lyon, C. E., Buhr, R. J., Young, L. L., Alley, A., Hess, J. B., Bilgili, S. F. & Northcutt J. K. (1999). Evaluation of age, gender, strain, and diet on the cooked yield and shear values of broiler breast fillets. *Journal of Applied Poultry Research*, 8(2), 170-176. <https://doi.org/10.1093/japr/8.2.170>
- Pym, R. A. E. (1990). Nutritional Genetics. *Poultry Breeding and Genetics, The Netherlands*, 847-876.

- Qureshi, M. A., & Havenstein, G. B. (1994). A comparison of the immune performance of a 1991 commercial broiler with a 1957 randombred strain when fed 'typical' 1957 and 1991 boiler diets. *Poultry Science*, 73, 1805–1812. <https://doi.org/10.3382/ps.0731805>
- Rath, P. K., Mishra, P. K., Mallick, B. K., & Behura, N. C. (2015). Evaluation of different egg quality traits and interpretation of their mode of inheritance in White Leghorns. *Veterinary World* 28(4), 449–452. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.449-452>
- Ravindran, V. (2012). Poultry feed availability and nutrition in developing countries. <http://www.fao.org>.
- Reddy, G. B., Mallika, E. N., Reddy, B. O., Azad, S. A. K., & Reddy, D. M. (2016). Comparison on meat quality characteristics of spent breeder, layer and broiler birds. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(4), 2590-2595. <https://www.ijset.net/journal/1200.pdf>
- Réhault-Godbert, S., Guyot, N., & Nys, Y. (2019). The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*. 1(3), 684. <https://doi.org/10.3390/nu11030684>
- Reid, W. S., Buckley, D. J., Hunt, J. R., & Price, K. (1975). A digital instrument for egg shape index measurement. *Canadian Journal of Animal Science*, 55(1), 87-92. <https://doi.org/10.4141/cjas75-011>
- Renden, J. A., & Marple, D. N. (1985). Body Composition and Other Physical Parameters as Determinants of Age at Sexual Maturity and Performance Efficiency in Dwarf Hens Divergently Selected for Body Weight. *Poultry Science* 65, 1429-1436. <https://doi.org/10.3382/ps.0651429>
- 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. *Poultry Science*, 78(5), 629-639. <https://doi.org/10.1093/ps/78.5.629>
- Revidatti, F. P., Sindik, M., Rigonatto, T., Fernández, R., Revidatti, M. A., & Sanz, P. (2013). *Desempeño reproductivo de dos poblaciones maternas de gallinas campero INTA*. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, 65-70. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/415>
- Revidatti, F., Terraes, J. C., Sandoval, G. L., Fernández, R. J., & Asiain, M. V. (2006). *Desarrollo genital de reproductoras de tipo pesado a las 20 semanas sometidas a dos esquemas de fotosensibilización*. Comunicaciones científicas y tecnológicas, Universidad nacional del Nordeste.
- Reyer, H., Hawken, R., Murani, E., Ponsuksili, S., & Wimmers, K. (2015). The genetics of feed conversion efficiency traits in a commercial broiler line. *Science Reports* 5, 16387. <https://doi.org/10.1038/srep16387>

- Reynolds J. (1997). Body condition, territory ownership and age-related reproductive performance in Spruce Grouse *Dendragapus canadensis* hens. *Ibis* 139 (4), 646-651. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1997.tb04687.x>
- Richards, F. J. (1959) A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany*, 10(2), 290–301. <https://doi.org/10.1093/jxb/10.2.290>
- Richards, J. F., & Staley, L. M. (1967). The relationships between crushing strength, deformation and other physical measurements of the hen's egg. *Poultry Science*, 46(2), 430-437. <https://doi.org/10.3382/ps.0460430>
- RIDAF. Red internacional para el desarrollo de la avicultura familiar. (2012). Comunicaciones en avicultura familiar, RIDA Boletín 21(2). <https://www.fao.org/3/aq618t/aq618t.pdf>
- Riocerezo, C., & Castillo, L. (2017). Aspectos clave en la producción avícola ecológica. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31280.05124>
- Rizzi, C., Contiero, B., & Cassandro, M. (2013). Growth patterns of Italian local chicken populations. *Poultry Science* 92, 2226–2235. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02825>
- Rizzi, C., Marangon, A., & Chiericato, G. M. (2007). Effect of genotype on slaughtering performance and meat physical and sensory characteristics of organic laying hens. *Poultry Science*, 86(1), 128-135. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/86.1.128>
- Robinson, F. E., & Robinson, N. A. (1991). Reproductive performance, growth rate and body composition of broiler breeder hens differing in body weight at 21 weeks of age. *Canadian Journal of Animal Science*, 71(4), 1233–1239. <https://doi.org/10.4141/CJAS91-145>
- Robinson, F. E., Robinson, N. A., & Scott, T. A. (1991). Reproductive performance, growth and body composition of full fed versus feed restricted broiler breeder hens. *Canadian Journal of Animal Science*, 71, 549-556. <https://doi.org/10.4141/cjas91-065>
- Robinson, F. E., Wilson, J. L., Yu, M. W., Fasenko, 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>
- Roland, D. A. (1979). Factors influencing shell quality of aging hens. *Poultry Science*, 58(4), 774-777. <https://doi.org/10.3382/ps.0580774>
- Romera, B. M. (2012). *Conformación corporal a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero y en un híbrido comercial*. Trabajo Final Integrador. Carrera de Especialización en Producción Avícola. Universidad Nacional de Luján.

- Romera, B. M., Canet, Z. E., Fain Binda, V., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010, Diciembre 2-3). *Patrón de crecimiento de cinco estirpes maternas para producción de pollos camperos durante la etapa inicial de alimentación ad libitum*. [Presentación en póster]. XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Romera, B. M., Canet, Z. E., Librera, J. E., Martines, A., Advínculo, S. A., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2013, Agosto 6). *Conformación corporal de pollos para carne con diferente velocidad de crecimiento. Análisis discriminante*. [Presentación en póster]. XIV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Jornada Latinoamericana.
- Romera, B. M., Velázquez, J., Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015, Noviembre 30- Diciembre 1). *Interacción grupo genético x manejo de la alimentación sobre cuatro índices de conformación corporal de aves camperas a la faena*. [Presentación en póster]. XVII Congreso y XXXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Romero, L. F., Renema, R. A., Naeima, A., Zuidhof, M. J., & Robinson, F. (2009). Effect of reducing body weight variability on the sexual maturation and reproductive performance of broiler breeder females. *Poultry Science*, 88(2), 445–452. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00165>
- SAGPyA. (2003). [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 en octubre de 2016
- Sáinz, F., González, M., Roca, P., & Alemany, M. (1983). Physical and chemical nature of eggs from six breeds of domestic fowl. *British Poultry Science*, 24(3), 301-309. <https://doi.org/10.1080/00071668308416744>
- Salas, C., Ekmay, R. D., England, J., Cerrate, S., & Coon, C. N. (2012). Determination of chicken body composition measured by dual energy X-ray absorptiometry. *International Journal of Poultry Science*, 11(7), 462–468. <https://doi.org/10.3923/ijps.2012.462.468>
- Salcedo, S., & Guzmán, L. (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. FAO. <https://www.fao.org/3/i3788s/i3788s.pdf>
- Samler, E. (1990). Which layer is most suitable from the Israeli farm? *Meshed Hahofot*, 103-105.
- Sanz, P., Sindik, M., Fernández, R., & Revidatti, F. (2020). Madurez sexual e indicadores asociados en dos genotipos de gallinas bajo diferentes programas de alimentación. *Revista veterinaria*, 31(2), 142-145. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.3124734>.

- Sauveur, B. (1997). Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *INRA Producción Animal*, 10, 219-226.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2016208734>
- Savegnago, R. P., Caetano, S. L., Ramos, S. B., Nascimento, G. B., Schmidt, G. S., Ledur, M. C., & Munari, D.P. (2011). Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. *Poultry Science* 90(10), 2174-2188.
<https://doi.org/10.3382/ps.2011-01474>
- Savegnago, R. P., Cruz, V. A. R., Ramos, S. B., Caetano, S. L., Schmidt, G. S., Ledur, M. C., El Faro, L., & Munari, D. P. (2012). Egg production curve fitting using nonlinear models for selected and nonselected lines of White Leghorn hens. *Poultry Science* 91, 2977–2987. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02277>
- Schalkwyk, S. V., Cloete, S. W. P., Brown, C. R., & Brand, Z. (2000). Hatching success of ostrich eggs in relation to setting, turning and angle of rotation. *British Poultry Science*, 41(1), 46-52. <http://dx.doi.org/10.1080/00071660086394>
- Scott, T. A., & Silversides, F. G. (2000). The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science* 79(12), 1725-1729. <http://doi.org/10.1093/ps/79.12.1725>
- Segura Correa, J. S., Salas, M. J., Franco, L. S., & Ricalde, R. S. (2007). Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Archivos de Zootecnia*, 56(215), 309-317. <https://www.redalyc.org/pdf/495/49521504.pdf>
- Semakula, J., Lusembo, P., Kugonza, D. R., Mutetikka, D., Ssenyonjo, J., & Mwesigwa, M. (2011). Estimation of live body weight using zoometrical measurements for improved marketing of indigenous chicken in the Lake Victoria basin of Uganda. *Livestock Research for Rural Development*, 23 (8).
<http://www.lrrd.org/lrrd23/8/sema23170.htm>
- Semwogerere, F., Neethling, J., Muchenje, V., & Hoffman, L. C. (2018). Effects of production systems on the carcass and meat quality characteristics of spent laying hens. *Poultry Science*, 97(6), 1990-1997. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey074>
- SENASA. (2013) - Resolución 154/2013.
http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/normativas/archivos/anexo_huevos.pdf
- SENASA. (2015). *Manual de bienestar animal. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. Versión 1. SENASA (Argentina).*
http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/INDUSTRIA/ESTABL_IND/BIENESTAR/manual_de_bienestar_animal_especies_domesticas_-_senasa_-_version_1-2015.pdf

- Serrano, C., Canet, Z. E., Librera, J. E., Acosta, J. E., Acevedo, H. J., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015, Noviembre 11). *Uniformidad en peso corporal durante el primer ciclo de postura en dos poblaciones de gallinas reproductoras camperas. Análisis dinámico*. [Presentación en póster]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.
- Shafer, D. J., Carey, J. B., Prochaska, J. F., & Sams, A. R. (1998). Dietary methionine intake effects on egg component yield, composition, functionality, and texture profile analysis. *Poultry Science*, 77(7), 1056-1062. <https://doi.org/10.1093/ps/77.7.1056>
- Shaker, A. S., Kirkuki, S. M., Aziz, S. R., & Jalal, B. J. (2017). Influence of genotype and hen age on the egg shape index. *International Journal Biochemistry Biophysics & Molecular Biology* 2, 68-70. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ijbbmb.20170206.12>
- Shalan, H., El-Sayed, N., & Rizk, R. E. (2012). Estimates of genetic parameters for egg production and egg quality in local chicken strains. *Egyptian Poultry Science* 32(II), 399-411.
- Shalev, B. A., & Pasternak, H. (1993). Increment of egg weight with hen age in various commercial avian species. *British Poultry Science*, 34(5), 915-924. <https://doi.org/10.1080/00071669308417652>
- Shalev, B. A., & Pasternak, H. (1995). Incremental changes in and distribution of chick weight with hen age in four poultry species. *British Poultry Science*, 36(3), 415-424. <https://doi.org/10.1080/00071669508417788>
- Sheldon, B. L. & Podger, R. N. (1974). *Selection for low variability of egg weight in poultry*. 15th. World's Poultry Congress, New Orleans.
- Sheldon, B. L., & Podger, R. N. (1972). Variation in egg weight within and between layers during the pullet year and the possibility of selecting for lower variability. *Australasian poultry Science Convention* 1255-1266.
- Shen, M., Qu, L., Ma, M., Dou, T., Lu, J., Guo, J., Hu, Y., Yi, G., Yuan, J., Sun, C., Wang, K., & Yang, N. (2016). Genome-wide association studies for comb traits in chickens. *PLoS One* 11(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159081>
- Sheskin, D. (2011). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Estados Unidos: Chapman & Hall.
- Shuaibu, A., Mbap, S. T., mancha, Y. P., & Jaafar, A. M. (2019). Prediction of Testicular Weight in Local Chickens Using Linear Body Measurements. *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 12, 64-70. <https://doi.org/10.9790/2380-1201026470>.
- Siegel, H. S. (1980). Physiological stress in birds. *World Poult Science Journal*, 27, 237-249.
- Siegel, P. B. (1962). Selection for body weight at eight weeks of age. 1. Short term responses and heritabilities. *Poultry Science*, 41(3), 954-962. <https://doi.org/10.3382/ps.0410954>

- Siegel, P. B. (1999). *Body Weight, Obesity, and Reproduction in Meat-Type Chickens*. Proceedings of the International Congress on Bird Reproduction, Tours, 209-213.
- Siekman, L., Mejer-Dinkel, L., Janisch, S., Altmann, B., Kaltwasser, C., Surie, C., & Krischek, C. (2018) Carcass Quality, Meat Quality and Sensory Properties of the Dual-Purpose Chicken Lohmann Dual. *Foods* 7, 156. <https://doi.org/10.3390/foods7100156>
- Silversides, F. G., & Budgell, K. (2004). The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping. *Poultry Science* 83(10), 1619-1623. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1619>
- Silversides, F. G., & Scott, T. A. (2001) Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science* 80(8), 1240-1245. <https://doi.org/10.1093/ps/80.8.1240>
- Silversides, F. G., Twizeyimana, F., & Villeneuve, P. (1993). Research note: A study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. *Poultry Science* 72, 760–764. <https://doi.org/10.3382/PS.0720760>
- Silversides, F. G., & Villeneuve, P. (1994). Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poultry Science*, 73(1), 50–55. <https://doi.org/10.3382/ps.0730050>
- Sindik, M., Revidatti, F., Terraes, J. C., Fernández, R. J., Sandoval, G., & Escobar, C. (2010). *Comparación de dos programas de asignación de nutrientes durante la fase de postura en reproductoras Campero INTA*. XXXI Sesión de Comunicaciones Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. 2010. http://vet.unne.edu.ar/index.php?option=com_joomdoc&view=documents&path=sesion-de-comunicaciones-cientificas/xxxi-sesion-de-comunicaciones-cientificas-2010&Itemid=199
- Škrbić, Z., Pavlovski, Z., & Lukić, M. (2009). Stocking density: Factor of production performance, quality and broiler welfare. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-6-1), 359-372. <https://doi.org/10.2298/BAH0906359S>
- Soller, M., Eitan, Y., & Brody, T. (1984). Effect of diet and early quantitative feed restriction on the minimum weight requirement for onset of sexual maturity in White Rock broiler breeders. *Poultry Science*, 63(6), 1255-1261. <https://doi.org/10.3382/ps.0631255>
- Spies, A. (2000) Reproductive efficiency of broiler breeder females as influenced by post peak feed allocation and long ahemeral days. A thesis submitted to the Faculty of Graduate Studies and Research in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Animal Science. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science Edmonton, Alberta.

- Sri Rachma, A. B., Harada, H., Dagong, M. I. A., Rahim, L., & Prahesti, K. I. (2013). Study of body dimension of Gaga' chicken, germ plasm of local chicken from south Sulawesi-Indonesia. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 3(4), 204-209. <https://www.semanticscholar.org/paper/STUDY-OF-BODY-DIMENSION-OF-GAGA-CHICKEN%2C-GERM-PLASM-A.B-Harada/7062ef2dd919f51515e9c515131d2136df493cd7>
- Steiner, G., Bartels, T., Stelling, A., Burkhardt, A., Krautwald-Junghanns, M. E., & Koch, E. (2011). Bird sexing by infrared spectroscopy. *Spectroscopy Europe*, 23(1), 16. <https://www.spectroscopyeurope.com/article/bird-sexing-infrared-spectroscopy>
- Strong, C. F., & Nestor, K. E. (1980) Egg quality and reproduction in turkeys. 5. Relationship among traits in medium and large-bodied lines. *Poultry Science* 59(2), 417-423. <https://doi.org/10.3382/ps.0590417>
- Suarez, M. E., Wilson, H. R., Mather, F. B., Wilcox, C. J., & McPherson, B. N. (1997). Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. *Poultry Science*, 76(7), 1029-1036. <https://doi.org/10.1093/ps/76.7.1029>
- Suk, Y. O., & Park, C. (2001) Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stock. *Poultry Science*, 80(7), 855-858. <https://doi.org/10.1093/ps/80.7.855>
- Taylor, C. (1965). A Relation between mature weight and time taken to mature in mammals. *Animal Science*, 7(2), 203-220. <https://doi.org/10.1017/S0003356100025629>
- Tharrington, J. B., Curtis, P. A., Jones, F. T., & Anderson, K. E. (1999). Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn chickens. *Poultry Science* 78(4), 591-594. <https://doi.org/10.1093/ps/78.4.591>
- Toalombo Vargas, P. A., Navas Gonzalez, F. J., Landi, V., León Jurado, J. M., & Delgado Bermejo, J. V. (2019). Sexual Dimorphism and Breed Characterization of Creole Hens through Biometric Canonical Discriminant Analysis across Ecuadorian Agroecological Areas. *Animals* 10(1), 32. <https://doi.org/10.3390/ani10010032>
- Tompić, T., Dobša, J., Legen, S., Tompić, N., & Medić, H. (2011). Modeling the growth pattern of in-season and off-season Ross 308 broiler breeder flocks. *Poultry Science* 90, 2879–2887. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01301>
- Tong, H. B., Wang, Q., Lu, J., Zou, J. M., Chang, L. L. & Fu, S. Y. (2014). Effect of free-range days on a local chicken breed: growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. *Poultry Science*, 93(8), 1883-1899. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03470>
- Toudic, C. (2009). Evaluating uniformity in broilers. Factors affecting variation. www.thepoultrysite.com/articles
- Travel, A., Nys, Y., & Lopes, E. (2010). Facteurs physiologiques et environnementaux influençant la production et la qualité de l'œuf. *INRA Productions Animales*, 23, 155-166. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2010.23.2.3297>

- Tufvesson, M., von Schantz, T., Johansson, K., & Wilhelmson, M. (1999). Selección for sexual male characters and their effects on other fitness related traits in White leghorn chickens. *Journal Animal Breed Genetics*, 116, 127-138.
<http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0388.1999.00179.x>
- Tuiskula-Haavisto M., de Koning D.J., Honkatukia M., Schulman N.F., Maki-Tanila A., & Vilkki J. (2004) Quantitative trait loci with parent-of-origin effects in chicken. *Genetical Research* 84(1), 57–66. <https://doi.org/10.1017/s0016672304006950>
- Tůmová E., Zita L., Hubeny M., Skřivan M., & Ledvinka, Z. (2018). The effect of oviposition time and genotype on egg quality characteristics in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*, 52(1), 26-30. <https://doi.org/10.17221/2326-CJAS>
- USDA. (2000). Egg-Grading Manual. No. 75. USDA, Washington, DC, p. 24
- van de Weerd, H. A., Keatinge, R., & Roderick, S. (2009). A review of key health-related welfare issues in organic poultry production. *World's Poultry Science Journal*, 65, 649-684. <https://doi.org/10.1017/S0043933909000464>
- van den Brand, H., Parmentier, H. K., & Kemp, B. (2004). Selection for antibody response against sheep red blood cells and layer age affect egg quality. *British Poultry Science* 45(6), 787-792. <https://doi.org/10.1080/00071660400014218>
- van den Brand, H., Parmentier, H. K., & Kemp, B. (2004). Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science* 45(6), 745-752. <https://doi.org/10.1080/00071660400014283>
- Van Schalkwyk, S. J., Cloete, S. W., Brown, C. R., & Brand, Z. (2000). Hatching success of ostrich eggs in relation to setting, turning and angle of rotation. *British Poultry Science*, 41(1), 46–52. <https://doi.org/10.1080/0007166008639>
- Velázquez, J., Romera, B. M., Advínculo, S. A., Antruejo, A. E., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2014, Agosto 6). *Evaluación de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero bajo dos manejos de la alimentación. Medidas lineales de conformación a la faena*. [Presentación en póster]. XV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Velázquez, J., Romera, B. M., Advínculo, S. A., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015^a, Septiembre 16). *Interacción grupo genético x manejo de la alimentación sobre medidas lineales de conformación corporal de aves camperas en crecimiento*. [Presentación en póster]. XVI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Velázquez, J., Romera, B. M., Canet, Z. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2015^b, Noviembre 11). *Interacción grupo genético por manejo de la alimentación sobre medidas lineales de conformación corporal a la faena en aves camperas*. [Presentación en póster]. IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.

- Vestergaard, K. S. (1996). Assessing animal welfare: the significance of causal studies of behaviour at the motivational level. *Acta Agriculture Scandinavica*, 27, 61-63.
- Vieira, S. L., & Moran Jr, E. T. (1998a). Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(4), 372-376.
<https://doi.org/10.1093/japr/7.4.372>
- Vieira, S. L., & Moran Jr, E. T. (1998b). Broiler chicks hatched from egg weight extremes and diverse breeder strains. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(4), 392-402.
<https://doi.org/10.1093/japr/7.4.392>
- Vignale, K., Caldas, J. V., England, J. A., Boonsinchai, N., Sodsee, P., Putsakum, M., Pollock, E. D., Dridi, S., & Coon, C. N. (2016). The effect of four different feeding regimens from rearing period to sexual maturity on breast muscle protein turnover in broiler breeder parent stock. *Poultry Science*, 96(5), 1219–1227.
<https://doi.org/10.3382/ps/pew369> 1219–1227.
- Vlčková, J., Tůmová, E., Míková, K., Englmaierová, M., Okrouhlá, M., & Chodová, D. (2019). Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. *Poultry Science*, 98(11), 6187-6193.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez401>
- Voisey, P. W., & Hunt, J. R. (1974). Measurement of eggshell strength. *Journal of Texture Studies*, 5(2), 135-182. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1974.tb01099.x>
- Vuilleumier, F. (1969). Field notes on some birds from the Bolivian Andes. *Ibis* 111 (4), 599-608. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1474-919X.1969.tb02569.x>
- Wahlberg, P., Carlborg, O., Foglio, M., Tordoir, X., Syvänen, C., Lathrop, M., Gut, I. G., Siegel, P. B., & Andersson, L. (2009). Genetic analysis of an F2 intercross between two chicken lines divergently selected for body-weight. *BMC Genomics*, 10, 248.
<https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-248>
- Wang, K. H., Shi, S. R., Dou, T. C., & Sun, H. J. (2009) Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science*, 88(10), 2219–2223.
<https://doi.org/10.3382/ps.2008-00423>
- Weatherup, S., & Foster, W. (1980). A description of the curve relating egg weight and age of hen. *British Poultry Science*, 21, 511–519.
<https://doi.org/10.1080/00071668008416704>
- Weeks, C. A., & Nicol, C. J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 62, 296-307.
<http://dx.doi.org/10.1079/WPS200598>
- Widowski, T. M., Danilo, M. A., Fo Wong, L., & Duncan, I. J. (1998). Rearing with Males Accelerates Onset of Sexual Maturity in Female Domestic Fowl. *Poultry Science* 77, 150–155. <https://doi.org/10.1093/ps/77.1.150>

- Wilson, H. R. (1991). Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poultry Science Journal* 47(1), 5-20.
<https://doi.org/10.1079/WPS19910002>
- Wilson, H. R., & Suarez, M. E. (1993). The use of egg weight and chick weight coefficients of variation as quality indicators in hatchery management. *Journal of Applied Poultry Research*, 2(3), 227-231. <https://doi.org/10.1093/japr/2.3.227>
- Wilson, H. R., Ingram, D. R., Mather, F. B., & Harms, R. H. (1989). Effect of daily restriction and age at initiation of a skip-a-day program for young broiler breeders. *Poultry Science* 68(11), 1442-1446. <https://doi.org/10.3382/ps.0681442>
- Wolc, A., Arango, J., Settari, P., Fulton, J. E., O'Sullivan, N. P., Preisinger, R., Habier, D., Fernando, R., Garrick, D. J., Hill, W. G., & Dekkers J. C. (2012) Genome-wide association analysis and genetic architecture of egg weight and egg uniformity in layer chickens. *Animal Genetics* 43, 87-96.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2052.2012.02381.x>
- Wong, J. T., de Bruyn, T., Bagnol, B., Grieve, H., Li, M., Pym, R., & Alders, R. G. (2017). Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review. *Global Food Security* 15, 43-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.003>.
- Wright, D., Rubin, C., Schutz, K., Kerje, S., Kindmark, A., Brandstrom, H., Andersson, L., Pizzari, T., & P. Jensen. (2012). Onset of sexual maturity in female chickens is genetically linked to loci associated with fecundity and a sexual ornament. *Reproduction in domestic animals* (47), 31-36. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01963.x>
- Wright, D., Kerje, S., Brandstrom, H., Schutz, K., Kindmark, A., Anderson, L., Jensen, P., & Pizzari, T. (2007). The genetic architecture of a female sexual ornament. *Evolution* 62(1), 86-98. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1558-5646.2007.00281.x>
- Xu, H., Zeng, H., Luo, C., Zhang, D., Wang, Q., Sun, L., Yang, L., Zhou, M., Nie, Q., & Zhang, X. (2011). Genetic effects of polymorphisms in candidate genes and the QTL region on chicken age at first egg. *BMC Genetics*.
<http://www.biomedcentral.com/1471-2156/12/33>.
- Yakubu, A., Idahor, K. O., & Agade, Y. I. (2009a). Using factor scores in multiple linear regression model for predicting the carcass weight of broiler chickens using body measurements. *Revista UDO Agrícola* 9(4), 963-967.
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-UsingFactorScoresInMultipleLinearRegressionModelFo-3394203%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Dialnet-UsingFactorScoresInMultipleLinearRegressionModelFo-3394203%20(1).pdf)
- Yakubu, A., Kuje, D., & Okpeku, M. (2009b). Principal components as measures of size and shape in nigerian indigenous chickens. *Thai Journal of Agricultural Science* 42(3), 167-176.
https://www.researchgate.net/publication/263618331_Principal_Components_as_Mea_sures_of_Size_and_Shape_in_Nigerian_Indigenous_Chickens

- Yamaki, M., Correa, G. S. S., Silva, M. A., Barbosa, L., & Torres, R. A. (2006). Evaluation of quail carcass traits using principal components analysis. In *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil*, 10-17. Instituto Prociência.
- Yenice, G., Kaynar, O., Ileriturk, M., Hira, F., & Hayirli, A. (2016) Quality of eggs in different production systems. *Czech Journal Food Science* 34(4), 370–376.
<https://doi.org/10.17221/33/2016-CJFS>
- Yi, G., Liu, W., Li, J., Zheng, J., Qu, L., Xu, G., & Yang, N. (2014). Genetic analysis for dynamic changes of egg weight in 2 chicken lines. *Poultry Science* 93(12), 2963–2969.
<https://doi.org/10.3382/ps.2014-04178>
- Yoo, B. H., Sheldon, B. L., & 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. Journal Agriculture Resource*, 34, 85-97. <https://doi.org/10.1071/AR9830085>
- Yoshizaki, N., & Saito, H. (2002). Changes in shell membranes during the development of quail embryos. *Poultry science*, 81(2), 246-251. <https://doi.org/10.1093/ps/81.2.246>
- Yuan, J., Dou, T., Ma, M., Yi, Chen, S., Qu, L., Shen, M. Qu, L., Wang, K., & Yang, N. (2015a). Genetic parameters of feed efficiency traits in laying period of chickens. *Poultry Science* 94, 1470–1475 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev122>
- Yuan, T., Lien, R. J., & McDaniel, G. R. (1994). Effects of increased rearing period body weights and early photostimulation on broiler breeder egg production. *Poultry Science*, 73(6), 792–800. <https://doi.org/10.3382/ps.0730792>
- Yuan, J., Sun, C., Dou, T., Yi, G., Qu, L., & Qu, L. (2015b) Identification of promising mutants associated with egg production traits revealed by genome-wide association study. *PLoS ONE* 10(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140615>
- Yang, L., He, T., Xiong, F., Chen, X., Fan, X., Jin, S., & Geng, Z. (2020). Identification of key genes and pathways associated with feed efficiency of native chickens based on transcriptome data via bioinformatics analysis. *BMC Genomics* 21, 292.
<https://doi.org/10.1186/s12864-020-6713-y>
- Yunis, R., Ben-David, A., Heller, E. D., & Cahaner, A. (2000). Immunocompetence and viability under commercial conditions of broiler groups differing in growth rate and in antibody response to *Escherichia coli* vaccine. *Poultry Science*, 79, 810-816.
<https://doi.org/10.1093/ps/79.6.810>
- Yunusa, A. J., & Adeoti, T. M. (2014). Multivariate Analysis for Body Weight and Some Linear Body Measurements of Nigerian Indigenous Chickens. *Slovak Journal of Animal Science.*, 47(3), 142-148. http://www.cvzv.sk/slju/14_3/3_Yunusa.pdf

- Yuño, M., Bakker, M., Cepeda, R., Marinelli, C., & Malacalza, F. (2013). Características físicas del huevo incubable y pollitos nacidos de reproductores pesados Cobb 500 en incubadoras con diferente humedad relativa. *RIA Revista de Investigaciones Agropecuarias* 39(3), 290-296. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142013000300012&script=sci_arttext
- Zhou, Q., Lan, F., Gu, S., Li, G., Wu, G., Yan, Y., Li, X., Jin, J., Wen, C., Sun, C., & Yang, N. (2023). Genetic and microbiome analysis of feed efficiency in laying hens. *Poultry Science*, 102(4), 102393. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102393>
- Zhu, W., Zhang, J., He, K., Geng, Z., & Chen, X. (2020). Proteomic analysis of fertilized egg yolk proteins during embryonic development. *Poultry Science*. 99(5), 2775-2784. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.056>
- Zulkifli, I., & Siegel, P. B. (1995). The good and bad of stress. *Poultry Digest*, 54, 18-24.