



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



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

**GENOTIPOS HÍBRIDOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN
DE GALLINAS PONEDORAS APTOS PARA SISTEMAS
PRODUCTIVOS SEMI -EXTENSIVOS Y MULTIPROPÓSITO
QUE PRESERVEN EL BIENESTAR ANIMAL**

Esp. Méd. Vet. Zulma Edith Canet

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

AÑO 2017

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

Título de la Tesis: Genotipos híbridos alternativos para la producción de gallinas ponedoras aptos para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal

Autora: Esp. Méd. Vet. Zulma Edith Canet

Lugar de trabajo: Cátedra de Genética. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Estación Experimental Agropecuaria Ing. Agr. Walter Kugler. INTA, Pergamino

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

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Méd. Vet. Mauricio Enrique De Franceschi

Universidad Nacional de Luján

Dra. Ing. Agr. Roxana Zorzoli

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario

Dra. Méd. Vet. Alejandra Edit Antruejo

Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario

Fecha de la defensa: 23 de agosto de 2017

Dedicatoria

A Néstor, mi esposo,
Por acompañarme en este desafío.

A mi hermana y mis sobrinos
Marisa, Federico, Albertina y Tomas

A mi madre
Por enseñarme que en la vida todo es posible

A mis hermanos de la vida
María Teresa, Luciana, Ricardo, Willy
Quienes fueron un sostén fundamental en mi vida universitaria

A mis amigos,
Por el tiempo restado,

y
a la memoria de mi amado padre José Federico
Por inculcarme que la educación y el trabajo es el camino

Agradecimientos

A mi director, Ricardo José Di Masso, por su enseñanza, acompañamiento y gran paciencia que hicieron posible este logro.

A Manuel Bonino por enseñarme que se puede lograr una Avicultura, posible para todos.

A Ana María Dottavio por su gran generosidad y por darme la oportunidad de aprender a su lado.

A María Georgina y José Librera por su confianza e incondicionalidad que me permitieron cumplir con esta meta.

A mis compañeros de trabajo Alberto Terzaghi, Martín Romera, Virginia Fain Binda, José Acevedo, por su colaboración fundamental en la práctica experimental.

Al INTA y a la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNR, por su apoyo para poder llevar adelante la tarea de investigación.

A todos mis compañeros de INTA y Facultad de Ciencias Veterinarias, que me acompañaron durante este trayecto e hicieron posible que el mismo se concrete.

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)

- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi A, Romera BM, Dottavio AM, Di Masso RJ. Condición corporal a la faena luego de un ciclo único de postura en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *Rev. Cubana de Ciencia Avícola* 33 (1): 75-77, 2009.
- Canet ZE, Romera BM, Fain Binda V, Terzaghi A, Dottavio AM, Di Masso RJ. Indicadores productivos a la madurez sexual en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. *RAPA Revista Argentina de Producción Animal* 32 (1): 37-46, 2012.

Presentaciones en Reuniones científicas (en orden cronológico)

- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi AL, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Madurez sexual y caracteres productivos en ponedoras híbridas experimentales con genes Cornish. En *Actas de las VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario*. Casilda (Santa Fe), Agosto de 2007.
- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi A, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Condición corporal de gallinas ponedoras de diferente genotipo en su primer ciclo de postura. En *Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario (Santa Fe), Noviembre de 2007.
- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi AL, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Caracteres productivos a la madurez sexual en híbridos experimentales de tres vías de ponedoras camperas. En *Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario*. Casilda (Santa Fe), Agosto de 2008.
- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi AL, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Uniformidad del peso corporal durante el primer ciclo de postura en ponedoras experimentales de cuatro grupos genéticos. En *Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario*. Casilda (Santa Fe), Agosto de 2008.
- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi A, Di Masso RJ. Condición corporal de ponedoras camperas al finalizar su primer ciclo de postura. En *Actas del XXIX Congreso Argentino de Producción Animal*. San Luis (San Luis), Octubre de 2008.
- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi A, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Caracterización productiva de dos híbridos simples experimentales de ponedoras camperas. I. Patrón de crecimiento. En *Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario (Santa Fe), Diciembre de 2008.

- Canet ZE, Fain Binda V, Terzaghi A, Dottavio AM, Font MT, Di Masso RJ. Caracterización productiva de dos híbridos simples experimentales de ponedoras camperas. II. Curvas de postura. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario (Santa Fe), Diciembre de 2008.
- Canet ZE, Fain Binda V, Romera BM, Terzaghi AL, Di Masso RJ. Grasa abdominal en dos poblaciones experimentales de ponedoras camperas categorizadas por estado corporal al finalizar el primer ciclo de postura. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe), Setiembre de 2009.
- Canet ZE, Fain Binda V, Romera BM, Terzaghi AL, Dottavio AM, Di Masso RJ. Peso y forma del huevo en dos edades del primer ciclo de postura en dos poblaciones experimentales de ponedoras camperas. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe), Setiembre de 2009.
- Canet ZE, Fain Binda V, Romera BM, Terzaghi A, Dottavio AM, Di Masso RJ. Condición corporal a la faena luego de un ciclo único de postura en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. En Actas del XXI Congreso Latinoamericano de Avicultura. La Habana. (Cuba). Octubre de 2009.
- Canet ZE, Romera BM, Fain Binda V, Terzaghi A, Di Masso RJ. Indicadores productivos a la madurez sexual en poblaciones experimentales de ponedoras camperas. En Actas del XXX Congreso Argentino de Producción Animal. Malargüe (Mendoza). Octubre de 2009.
- Canet ZE, Fain Binda V, Romera BM, Dottavio AM, Di Masso RJ. Peso y forma del huevo en seis poblaciones experimentales de ponedoras camperas. En Actas de las XI Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe) Agosto de 2010.

Índice de contenidos

Índice de tablas	vi
Índice de figuras	xi
Abreviaturas y símbolos	xxii
Resumen	xxiv
Abstract	xxvi
Introducción	1
Objetivos	43
Material y métodos	45
Resultados	64
Discusión	231
Conclusiones	277
Referencias bibliográficas	281

Índice de tablas

Tabla N° 01 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 02 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 03 – Caracteres productivos a la madurez sexual en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 04 - Matriz de correlaciones -coeficiente de correlación producto-momento de Pearson- correspondientes a los caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales

Tabla N° 05 - Valores de las tres primeras componentes principales correspondientes a los caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales

Tabla N° 06 - Distribución de las aves camperas de seis cruzamientos experimentales en función de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante

Tabla N° 07 - Comportamiento de cinco caracteres productivos a la madurez sexual relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Tabla N° 08 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 09 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 10 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 11 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Tabla N° 12 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas y en los grupos testigo

Tabla N° 13 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas y en los grupos testigo

Tabla N° 14 - Comportamiento de los estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicadas al análisis dinámico del peso del huevo, relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Tabla N° 15 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad

Tabla N° 16 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 17 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 18 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad

Tabla N° 19 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 20 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 21 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad

Tabla N° 22 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 23 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 24 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad

Tabla N° 25 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 26 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 27 - Peso y forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad

Tabla N° 28 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 29 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 30 - Peso y forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad

Tabla N° 31 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Tabla N° 32 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y por los grupos testigo a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Tabla N° 33 - Valores de las dos primeras componentes principales correspondientes a caracteres de tamaño y forma de los huevos puestos por gallinas de 30 semanas de edad pertenecientes a seis cruzamientos experimentales

Tabla N° 34 - Distribución de los huevos puestos a las 30 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, en los cuatro cuadrantes definidos por el análisis de componentes principales aplicado a caracteres de tamaño y forma de los mismos

Tabla N° 35 - Valores de las dos primeras componentes principales correspondientes a caracteres de tamaño y forma de los huevos puestos por gallinas de 43 semanas de edad pertenecientes a seis cruzamientos experimentales

Tabla N° 36 - Distribución de los huevos puestos a las 43 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, en los cuatro cuadrantes definidos por el análisis de componentes principales aplicado a caracteres de tamaño y forma de los mismos

Tabla N° 37 - Distribución porcentual de los huevos puestos a las 30 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante

Tabla N° 38 - Distribución porcentual de los huevos puestos a las 43 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante

Tabla N° 39 - Nacimientos, incubabilidad aparente y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 28 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia

Tabla N° 40 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 28 semanas de edad

Tabla N° 41 - Nacimientos, incubabilidad y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 38 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia

Tabla N° 42 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 38 semanas de edad

Tabla N° 43 - Nacimientos, incubabilidad y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 48 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia

Tabla N° 44 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 48 semanas de edad

Tabla N° 45 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos -dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Tabla N° 46 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos - dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Tabla N° 47 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos - los cruzamientos recíprocos entre dos híbridos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Tabla N° 48 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo

Tabla N° 49 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de dos cruzamientos de tres vías de reproductoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo

Tabla N° 50 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo

Tabla N° 51 - Proporción de aves de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Índice de figuras

Figura N° 01 - Maniobras de palpación de la quilla y los músculos de la pechuga para determinar la condición corporal de las aves de acuerdo a la escala propuesta por Gregory y Robins

Figura N° 02 - Categorías de condición corporal de acuerdo a la escala propuesta por Gregory y Robins (1998)

Figura N° 03 - Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

Figura N° 04 – Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por la primera y tercera componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

Figura N° 05 - Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por la segunda y tercera componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

Figura N° 06 - Comportamiento de cinco caracteres productivos a la madurez sexual relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 07 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 08 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 09 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 10 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 11 - Curvas de madurez para peso corporal de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 12 - Curvas de madurez para peso corporal de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 13 - Curvas de madurez para peso corporal de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 14 - Curvas de madurez para peso corporal de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 15 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 16 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 17 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 18 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 19 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 20 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 21 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 22 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 23 - Coeficiente de uniformidad del 10% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 24 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 25 - Coeficiente de uniformidad del 10% de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 26 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 27 - Coeficiente de uniformidad del 10% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en dos genotipos de referencia

Figura N° 28 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 29 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, en los seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 30 - Coeficiente de uniformidad del 15% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 31 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 32 - Coeficiente de uniformidad del 15% de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 33 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 34 - Coeficiente de uniformidad del 15% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en dos genotipos de referencia

Figura N° 35 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 36 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 37 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

Figura N° 38 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

Figura N° 39 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

Figura N° 40 - Variación del coeficiente de uniformidad para peso corporal del 10% y ajustes lineales en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en la etapa productiva del ciclo

Figura N° 41 - Variación del coeficiente de uniformidad para peso corporal del 15% y ajustes lineales en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en la etapa productiva del ciclo

Figura N° 42 - Curvas de postura de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 43 - Curvas de postura individuales de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 44 - Área bajo la curva de postura de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 45 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 46 - Curvas de postura de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 47 - Curvas de postura individuales de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 48 - Área bajo la curva de postura de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 49 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 50 - Curvas de postura de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 51 - Curvas de postura individuales de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 52 - Área bajo la curva de postura de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 53 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 54 - Curvas de postura de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 55 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas entre las 18 y las 45 semanas de edad

Figura N° 56 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 57 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

Figura N° 58 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Figura N° 59 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 60 - Comportamiento de los estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster relativos al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Figura N° 61 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 62 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 63 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 64 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 65 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los genotipos de referencia

Figura N° 66 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 67 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 68 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 69 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 70 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia

Figura N° 71 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 72 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 73 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos híbridos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

Figura N° 74 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Figura N° 75 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia

Figura N° 76 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia en dos edades de su primer ciclo de postura

Figura N° 77 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia en dos edades de su primer ciclo de postura

Figura N° 78 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en dos edades de su primer ciclo de postura

Figura N° 79 - Distribución de las aves de los seis cruzamientos experimentales en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres de forma y tamaño de los huevos puestos a las 30 semanas de edad

Figura N° 80 - Distribución de los huevos puestos por gallinas camperas de seis cruzamientos experimentales de 30 semanas de edad en los cuadrantes definidos por las dos primeras componentes principales

Figura N° 81 - Distribución de las aves de los seis cruzamientos experimentales en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres de forma y tamaño de los huevos puestos a las 43 semanas de edad

Figura N° 82 - Distribución de los huevos puestos por gallinas camperas de seis cruzamientos experimentales de 43 semanas de edad en los cuadrantes definidos por las dos primeras componentes principales

Figura N° 83 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 84 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

Figura N° 85 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 86 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 87 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

Figura N° 88 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 89 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 90 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

Figura N° 91 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 92 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, en función de la edad cronológica, durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 93 - Diagrama comparativo del comportamiento de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en términos del área bajo la curva de la distribución en función de la edad cronológica de los huevos puestos durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

Figura N° 94 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 95 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

Figura N° 96 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 97 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 98 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

Figura N° 99 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 100 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 101 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

Figura N° 102 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 103 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, en función de la edad cronológica, durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N° 104 - Diagrama comparativo del comportamiento de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en términos del área bajo la curva de la distribución en función de la edad cronológica de los huevos puestos durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

Figura N°105 - Porcentaje de fertilidad de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

Figura N° 106 - Porcentaje de incubabilidad de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

Figura N° 107 - Porcentaje de nacimientos registrados a partir de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

Figura N° 108 - Efecto de la edad de las aves sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante la incubación en cuatro grupos genéticos de aves camperas

Figura N° 109 - Efecto del grupo genético sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante la incubación en tres edades de las aves al momento de la recolección de los huevos incubables

Figura N° 110 - Curvas de supervivencia de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos testigo (Parte inferior: detalle)

Figura N° 111 - Curvas de supervivencia de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos testigo (Parte inferior: detalle)

Figura N° 112 - Curvas de supervivencia de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y de los grupos testigo (Parte inferior: detalle)

Figura N° 113 - Curvas de supervivencia de seis cruzamientos experimentales de reproductoras camperas (Parte inferior: detalle)

Figura N° 114 - Proporción de aves reproductoras camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, sobrevivientes al momento de dar por finalizado el ciclo de postura (50 semanas de edad)

Figura N° 115 - Distribución porcentual de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Figura N° 116 - Distribución porcentual de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Figura N° 117 - Distribución porcentual de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

Figura N° 118 - Proporción de aves de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

Figura N° 119 - Proporción de aves dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

Figura N° 120 - Proporción de aves de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

Figura N° 121 - Proporción de aves de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

Figura N° 122 - Proporción de aves de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

Figura N° 123 - Proporción de aves de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

Figura N° 124 - Comportamiento global de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas respecto de su categorización por la condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura

Abreviaturas y símbolos

CASI	cruzamiento experimental Caseros I
CASII	cruzamiento experimental Caseros II
CP	cruzamiento simple Casilda CP
CR	cruzamiento simple Casilda CR
CU10	coeficiente de uniformidad del 10%
CU15	coeficiente de uniformidad del 15%
CV	coeficiente de variación
DT	cruzamiento de tres vías Casilda Doña Teresa
DM	cruzamiento de tres vías Casilda Don Manuel
EDAD	edad a la puesta del primer huevo
EEA	Estación Experimental Agropecuaria
Fa	porcentaje de fertilidad aparente
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fc	porcentaje de fertilidad corregido
Ia	porcentaje de incubabilidad aparente
Ic	porcentaje de incubabilidad corregido
IF	índice de forma
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
N	porcentaje de nacimientos
NI	ponedora autosexante Negra INTA
NUMDIA	número de días necesarios para poner los diez primeros huevos
PC1	primera componente principal
PC2	segunda componente principal
PC3	tercera componente principal
PESCOR	peso corporal a la puesta del primer huevo
PESDIE	peso de los diez primeros huevos
PESHUE	peso del primer huevo
PRB	Plymouth Rock Barrada
r	coeficiente de correlación producto-momento de Pearson

R ²	coeficiente de determinación
RENAVI	Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas
RI	ponedora autosexante Rubia INTA
RIB	Rhode Island Blanca
SAGPyA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
UNFPA	Fondo de Población de las Naciones Unidas

Resumen

Genotipos híbridos alternativos para la producción de gallinas ponedoras aptas para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal

Seis cruzamientos experimentales de aves camperas destinadas a producir en sistemas semiextensivos se evaluaron integralmente durante su primer ciclo de postura. Los cruzamientos mencionados incluyeron dos cruzamientos simples con padre Cornish Blanco y madre Rhode Island Red (Casilda CR) o Plymouth Rock Barrada (Casilda CP), dos cruzamientos de tres vías: Casilda Doña Teresa, con padre Rhode Island Red y madre Casilda CP y Casilda Don Manuel con padre Plymouth Rock Barrada y madre Casilda CR y, finalmente, dos poblaciones -Caseros I y Caseros II- derivadas de los cruzamientos recíprocos entre ambos cruzamientos simples. La evaluación incluyó el estudio de los caracteres productivos a la madurez sexual, el patrón dinámico de aumento del peso corporal, el patrón de madurez para peso corporal, la uniformidad en peso corporal, las curvas de postura, el patrón dinámico de aumento del peso del huevo, la forma y el tamaño del huevo a las 30 y 43 semanas de edad, el patrón dinámico de la clasificación de los huevos por su tamaño, la incubabilidad y embriodiagnos de los huevos puestos por las hembras de los cruzamientos simples, el análisis de supervivencia y la condición corporal al finalizar el ciclo productivo. Considerando a los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR como reproductores, el primero de ellos se presentó como la mejor opción dado que, si bien con respecto a la madurez sexual, Casilda CR fue siete días más precoz, produjo huevos más livianos, hecho que resulta desventajoso teniendo en cuenta el impacto que ello tiene sobre el tamaño del pollito al nacimiento y su posterior ganancia de peso. Respecto al peso corporal, el mismo no sólo fue menor a la madurez sexual en Casilda CP, lo cual es ventajoso dada la correlación negativa que existe con la producción de huevo, sino que además fue más uniforme utilizando como indicador tanto el coeficiente del 10% como el del 15%. Con respecto a los caracteres productivos, Casilda CP, aún cuando tardó más tiempo en alcanzar el pico de postura logró un mayor porcentaje de huevos en el mismo, el peso del huevo fue mayor en las dos edades evaluadas y su índice de forma se mantuvo dentro de los valores indicados para huevos incubables siendo estos, en su mayor parte, huevos redondeados. También fue la combinación que mostró mejores porcentajes relativos de incubabilidad y nacimientos y mayor supervivencia. En lo que respecta a su condición corporal al finalizar su ciclo productivo,

ambos cruzamientos simples fueron similares. Los porcentajes de postura no fueron los esperados, por lo que, bajo otras circunstancias, no sería recomendable su utilización como reproductores existiendo, en este sentido, alternativas más eficientes. Pese a ello, y tomando en consideración que el objetivo en este caso es generar un cruzamiento experimental de tres vías de doble propósito basado en la utilización de las estirpes de razas asimiladas disponibles en el núcleo genético de la Sección Aves de la EEA INTA Pergamino y no evaluar estos cruzamientos simples para su utilización como reproductores independientemente de dicho propósito, es que Casilda CP se presentó como el cruzamiento de elección. En lo que a los cruzamientos de tres vías y a los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples como potenciales ponedoras se refiere, respecto a las poblaciones de referencia Negra y Rubia INTA y frente a los resultados observados, la recomendación sería que las hembras de estas poblaciones se destinen a faena en forma conjunta con los machos contemporáneos del mismo genotipo. Pero, una vez más, si el objetivo es generar poblaciones doble propósito, y teniendo siempre en mente la trascendencia que la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción tiene en este tipo de poblaciones, la mejor opción es el cruzamiento de tres vías Casilda Doña Teresa, en tanto el mismo supera en todos los caracteres productivos a las otras tres alternativas, incluyendo también el menor porcentaje de mortandad. Este último comportamiento tiene sentido dado que Caseros I y Caseros II recuperan genes Cornish y, a excepción de los resultados para condición corporal donde Caseros II presenta la mejor opción, no hace más que reafirmar el antagonismo que existe entre producción y reproducción. Además, esta opción hace uso como genotipo materno del cruzamiento simple de elección: Casilda CP. El sistema resultante debería, en consecuencia, hacer uso de machos Cornish Blanco y hembras Plymouth Rock Barradas para generar un cruzamiento simple cuyos machos se destinarían a faena y sus hembras se reservarían como reproductoras a los fines de cruzarlas con gallos Rhode Island Red para dar lugar, como producto final, a la población doble propósito. En este esquema los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples no jugarían papel alguno en tanto no se dispondría ni de machos ni de hembras Casilda CR para generarlos.

Palabras clave: peso corporal, uniformidad, peso y forma del huevo, mortalidad, condición corporal

Abstract

Alternative hybrid genotypes suitable for the production of laying hens for multipurpose semi-extensive production systems that preserve animal welfare

Six experimental crosses of free-range birds for semiextensive productive systems were evaluated integrally during their first laying cycle. These crosses included two single hybrids with White Cornish as paternal breed and Rhode Island Red or Plymouth Rock Barrada mothers (Casilda CP and Casilda CR, respectively), two three-way hybrids: Casilda Doña Teresa, with Rhode Island Red as paternal and Casilda CP as maternal parents and Casilda Don Manuel with Plymouth Rock Barrada as paternal and Casilda CR as maternal parent and, finally, two populations -Caseros I and Caseros II- derived from the reciprocal crosses between both single hybrids. The evaluation included the study of the productive traits at sexual maturity, the dynamic body weight patterns, the maturity patterns for body weight, body weight uniformity, laying curves, the dynamic pattern of egg weight gain, egg shape and size at 30 and 43 weeks of age, the dynamic pattern of egg classification by size, hatchability and embryodiagnosis of eggs laid by both single crosses hens, the analysis of survival curves and body condition at the end of the productive cycle. Considering the single hybrids Casilda CP and Casilda CR as breeders, the first one represented the best option given that, although Casilda CR reached sexual maturity seven days earlier, it produced lighter eggs, a disadvantageous fact considering the impact that egg weight has on chick size at birth and on its subsequent weight gain. Regarding body weight at sexual maturity, it was not only lower in Casilda CP than in Casilda CR, which is advantageous given the negative correlation that exists with egg production, but also was more uniform using as an indicator both the coefficient of 10% or 15%. Regarding productive traits, although Casilda CP took longer to reach the laying peak it showed a higher percentage of eggs at that time, it laid heavier eggs at the two evaluated ages and its shape index remained between the values suggested for hatching eggs, these being, for the most part, rounded eggs. It was also the hybrid combination that showed better relative percentages of hatchability and births jointly with a better survival performance. Both single crosses were similar regarding body condition at the end of their productive cycle. As posture percentages values were not the expected ones, under other circumstances it would not be advisable to use single hybrids as breeders as there are, in this sense, more efficient alternatives. In spite of this, and taking into account that the

aim was to generate a double-purpose experimental cross based on the utilization of the strains of assimilated races available in the genetic nucleus of the EEA INTA Pergamino and not to evaluate these crosses as breeders independently of that purpose, is that Casilda CP was presented as the hybrid of choice. Regarding the three-way crosses and the reciprocal crosses between both single hybrids as potential layers, in comparison to Negra and Rubia INTA as reference populations, and taking into account their productive performances, the recommendation would be that the females of these populations should must be slaughter jointly with the contemporary males of the same genotype. But once again, if the objective is to generate double-purpose populations, and always bearing in mind the transcendence that the genetic incompatibility between growth and reproduction has in this type of populations, the best option is the three-way crossing named Casilda Doña Teresa, because it exceeds the other three alternatives in all the productive traits, including a lower mortality. This makes sense given that Caseros I and Caseros II recover Cornish genes and, except for the results for body condition where Caseros II represents the best option, it confirms the antagonism between production and reproduction. In addition, this option makes use as maternal genotype of the single cross of choice: Casilda CP. The resulting system should therefore make use of White Cornish males and Plymouth Rock Barred females to generate a single hybrid whose males would be destined for slaughter and their females would be reserved as breeding stock for the purpose of crossing them with Rhode Island Red roosters to give place to the dual purpose population as a final product. In this productive scheme the reciprocal crosses between both simple hybrids would not play any role in as much would not be available neither Casilda CR males nor females to generate them.

Key words: body weight, uniformity, egg weight and form, mortality, body condition

INTRODUCCIÓN

Según un informe de las Naciones Unidas sobre la situación demográfica mundial, en el año 2011 la población del planeta había superado los 7.000 millones de personas estimándose que para el año 2050 la misma podría alcanzar valores próximos a los 9.600 millones (Naciones Unidas, 2014). Se estima que este crecimiento tendrá su epicentro en las regiones más pobladas del planeta, que África y Asia registrarán, en conjunto, el 90% del mismo y que aproximadamente un 40% de tal expansión demográfica tendrá lugar en los países económicamente menos adelantados. En consonancia con estas predicciones, según el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA, 2016), de los 10 países con las mayores cohortes de niños de 10 años en el año 2016, cinco se encuentran en Asia y el Pacífico, dos en América Latina y el Caribe, uno en África Occidental y Central y uno en África Oriental y Meridional. Este aumento del número de habitantes generará no solo un incremento concomitante en la demanda por alimentos sino también cambios sustantivos en la composición de la dieta, con una sustitución paulatina del consumo de proteínas de origen vegetal -representado básicamente por granos- por aquellas de origen animal: carne y huevos (Schang, 2012).

Si bien el consumo de carne per cápita en algunos países industrializados es alto, con valores promedio cercanos a los 80 kg, en los países en desarrollo, con valores inferiores a los 13 kg/habitante/año, el mismo no sólo es considerado insuficiente sino también causa frecuente de subnutrición y malnutrición. El crecimiento demográfico constante y el aumento de los ingresos de ciertos sectores de esta población en expansión generan, aunados, una mayor demanda de carne. Al mismo tiempo, limitan el espacio disponible para la expansión de la producción pecuaria. En consecuencia, maximizar el uso de los recursos alimentarios existentes adquiere cada vez mayor trascendencia. En este contexto, la carne provista por las aves de corral cobra cada día mayor importancia como insumo capaz de satisfacer esta demanda creciente. Según información suministrada por la Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo del Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de nuestro país en su Informe de la Cadena de Valor cárnica aviar, en el período 2010-2015 la producción mundial de carne de aves creció a una tasa del 2,5% anual, llegando en el último año a aproximadamente 89.000.000 de toneladas. Paralelamente, el consumo a nivel mundial mostró, durante el mismo lapso, un incremento del 2,4% anual, comportamiento atribuible tanto al aumento de la demanda de proteína animal por parte de China e India, como a una

relación favorable de precios relativos al resto de las carnes (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016).

Las aves ocupan el segundo lugar (37 %) en el consumo de productos cárnicos a nivel mundial. Por el momento, no se prevé que los habitantes de los países considerados desarrollados aumenten significativamente su ingesta de proteína animal. Esta aseveración se basa, entre otras razones, en la manifiesta preocupación vinculada a cuestiones de seguridad alimentaria y bienestar animal derivadas de las condiciones imperantes en los sistemas intensivos de producción de carne. En los países en desarrollo, por el contrario, el consumo *per cápita* de proteína de origen animal sigue aumentando concomitantemente con el aumento de los ingresos y con el crecimiento demográfico antes mencionado (FAO, 2013).

En vinculación con esta distinción en la dinámica prevista de modificación futura del consumo de proteína animal entre países centrales y países periféricos, cabe mencionar el hecho que la producción mundial de alimentos de origen animal se lleva a cabo principalmente en países en desarrollo en los cuales, históricamente, la mayoría de los sistemas productivos han sido multipropósito y extensivos. Se estima que en los próximos veinte años, la demanda global de alimentos será no sólo muy superior a la actual, como ya se dijo, sino que, además, los denominados “países del Sur” se convertirán en los principales productores de carne y otros productos de origen animal para abastecer al resto del mundo. En estos países, el avance de la llamada “revolución pecuaria” ha generado profundas transformaciones en los sistemas habituales de producción, con modificación de las pautas de crianza. Estas últimas fueron pasando de la utilización de animales para propósitos múltiples y suministro local de alimentos a otros sistemas donde, a semejanza de lo que ocurre en los países centrales, los animales se crían en condiciones industriales y se destinan, en parte, a la exportación (Delgado y col., 1999).

Esta revolución pecuaria, si bien aumentó la oferta de alimentos, generó también numerosos perjuicios de muy diversa índole. Por un lado afecta a los pequeños productores individualmente (Garcés, 2002) y, por otro, a los propios países en tanto los hace progresivamente más dependientes de las importaciones. A la vez, impacta negativamente sobre el medio ambiente (de Haan y col., 1998). El efecto ambiental de la intensificación se vincula con su contribución de casi el 10% de los gases con efecto invernadero y con la producción de varios billones de toneladas de desechos al año (Turner, 1999) y la necesidad de grandes cantidades de energía para su tratamiento (Pimentel y col., 1997).

Simultáneamente, pone en peligro la diversidad genética amenazando la seguridad alimentaria (FAO, 2001). También afecta el bienestar de los animales los que, como consecuencia de la intensa selección genética sufrida, las mutilaciones y el alto grado de confinamiento a los que son sometidos durante su crianza, soportan una existencia que puede adjetivarse como precaria.

Se dispone de diversas aproximaciones al concepto 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 (Friedrich, 2012; Canon, 2013; FAO, 2013). De acuerdo con el SENASA (2004) el concepto de bienestar animal se vincula con “el trato humanitario brindado a los mismos, definiendo a éste como el conjunto de medidas para disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismos y dolor a los animales durante su traslado, exhibición, cuarentena, comercialización, aprovechamiento, entrenamiento y sacrificio”. En el caso de la producción avícola, los alcances del bienestar animal se extienden, entonces, a todo el proceso productivo, desde el embrión hasta la obtención del producto final, sea éste huevo para consumo o carne, sin circunscribirse solamente a una etapa específica como podría ser el sacrificio. Ello implica la necesidad de 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. Es desde esta perspectiva que resulta lícito afirmar que, adaptar los sistemas productivos a los constantes y progresivos cambios vinculados con el bienestar animal representa una inversión a futuro.

En términos generales, los actuales sistemas de producción comercial basados en manejos de tipo intensivo diseñados con la finalidad de aumentar ilimitadamente el rendimiento individual, han quebrado la armonía entre la etología (Martín, 2016) y la producción animal, al evitar que los animales puedan manifestar formas innatas de comportamiento que son prioritarias aun en un entorno de cautividad (Weeks y Nicol, 2006). Si bien en ocasiones suele sostenerse 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 integridad esquelética, su status inmunológico y su salud cardiovascular, entre otros aspectos son, en gran parte, consecuencia de la intensa selección artificial aplicada sobre estas poblaciones (Scheele, 1997; Yunis y col., 2000; Koenen y col., 2002; Cheema y col., 2003; Bessei, 2006). En contraposición, algunos autores (Lay y col., 2011), sostienen que son los sistemas semi-intensivos los que afectan negativamente el bienestar de las aves, pues a diferencia del alojamiento en jaula, la cría de aves a piso, aumenta la probabilidad de contraer enfermedades, posibilita el canibalismo y, consecuentemente, impacta negativamente sobre esta cuestión.

Genotipo y ambiente son dos elementos clave en todo tipo de sistema productivo basado en animales. El objetivo de la producción comercial de aves, al igual que el de otras muchas especies de interés económico, está focalizado en la modificación permanente de su fenotipo tendiente a “mejorar” el desempeño productivo. La expresión fenotípica de estos caracteres, en cada ave en particular, es el resultado de la expresión de su genotipo en el ambiente particular en el que vive. Por esta razón, la búsqueda de un fenotipo promedio superior en las poblaciones de uso comercial ha incluido tanto el mejoramiento genético como el mejoramiento del ambiente. Consecuentemente, al definir un objetivo de mejoramiento se torna imperioso tomar en consideración el ambiente en el que va a transcurrir el acotado lapso de vida productiva de ese animal. A este respecto pueden visualizarse dos grandes estrategias. La primera de ellas, relacionada con los sistemas de producción intensivos, consiste en maximizar la productividad individual de los animales desde un punto de vista genético y, simultáneamente, brindarles un ambiente que permita que esa superioridad genética se exprese sin restricciones. En este caso el ambiente se acondiciona a los requerimientos del genotipo. La segunda estrategia consiste en buscar generar el tipo de animal genéticamente adaptado al ambiente natural disponible porque este último presenta ventajas por sí mismo como ocurre, por ejemplo, con la producción pecuaria sobre pasturas en la pampa húmeda o con la avicultura de traspatio. A modo de ejemplo puede mencionarse que, si bien la importancia de las respuestas por parte de los animales a los desafíos ambientales es aplicable a todas las especies, las aves de corral son particularmente sensibles al estrés por calor. El notorio incremento de la velocidad de crecimiento expresada por los actuales pollos para carne complica aún más el panorama, dado su mayor consumo de alimento y el calor adicional de origen metabólico que el mismo genera (Nilipour, 2006). Si estos pollos se crían

en climas, o en épocas del año, en los que la temperatura y la humedad ambiente son elevadas -con valores mayores a 28 °C en el caso de la primera y al 80% en el caso de la segunda- sin llevar a cabo un manejo adecuado del ambiente, el resultado previsible es un aumento de las tasas de mortalidad. Lo mismo ocurre con las gallinas ponedoras en las que el estrés calórico ejerce un impacto negativo tanto sobre la producción de huevos como sobre la calidad de los mismos (Lara y Rostagno, 2013) al igual que ejerce un cierto efecto inhibitorio sobre la respuesta inmune (Mashaly y col., 2004). El aumento de la temperatura ambiente por encima de la zona de confort térmico, que en las gallinas adultas oscila entre los 12°C y los 24°C, genera -en las aves en postura- condiciones de estrés que se traducen en una disminución en la disponibilidad y transporte de nutrientes que resultan esenciales para la formación del huevo. Se ha estimado que el tamaño del huevo se ve afectado por el estrés térmico disminuyendo 0,4 gramos por cada grado de incremento en la temperatura (Corona Kisboa, 2013) al igual que la calidad de su cáscara como consecuencia de la baja disponibilidad de calcio, mineral esencial en este sentido (Mahmoud y col. 1996).

Desde un punto de vista genético, la tasa de crecimiento, la producción de huevos y la calidad interna de los mismos y la eficiencia de conversión del alimento en el producto final comercializable constituyen, entre otros, los clásicos criterios de mejoramiento. En los núcleos avícolas estos criterios se combinan en objetivos tendientes a satisfacer los requisitos de la primera de las dos alternativas productivas antes mencionadas. Si bien los mismos han sido indudablemente efectivos en aumentar la productividad de las poblaciones animales, también han determinado la necesidad de generar un ambiente artificial en términos de los requerimientos naturales de la especie con las consiguientes alteraciones biológicas y de comportamiento asociadas a estos cambios. Esta problemática, puesta de manifiesto en las aves criadas bajo sistemas de manejo intensivo, es materia de discusión en diferentes países desde las últimas décadas del siglo pasado. Las evidencias sugieren que desde ese momento no ha habido una real mejora en la situación de bienestar de los animales e incluso que las condiciones generales de crianza han empeorado en ciertos aspectos. Como consecuencia, en los últimos tiempos ha aumentado la preocupación por el bienestar de los animales y ciertas producciones han tendido a hacerse menos intensivas. Esta respuesta es, en gran medida, consecuencia de las presiones ejercidas por grupos de consumidores informados conscientes que el sistema de crianza impacta directamente sobre la calidad nutricional de la carne (del Puerto y col., 2007) y el huevo (Castañeda Benjumea y Gómez, 2010). En este contexto, para

ciertos sectores de la sociedad cada vez más influyentes, en particular pero no excluyentemente en los países centrales, tanto la modalidad de cría de aves de postura como la de aquellas destinadas a la producción de carne, llevadas a cabo en condiciones de estrecho confinamiento, entrañan actos de crueldad. Como tales, han sido motivo de grandes polémicas en algunos de estos lugares que ya han legislado al respecto. Si bien no puede dejar de mencionarse que, como consecuencia de la intensa selección practicada y las modificaciones concomitantes en los sistemas de producción intensiva, ha sido posible tornar accesible una fuente de proteína de alto valor no sólo a un sector mayor de la población sino también a un precio asequible, también es cierto que los consumidores de ciertas regiones del mundo están dispuestos a pagar un mayor precio por productos de origen animal producidos en condiciones de menor confinamiento (Fanático y Born, 2002).

Además de estos aspectos vinculados a la producción animal como un fenotipo complejo cabe mencionar el hecho que en la avicultura comercial actual los programas de mejoramiento genético están en manos de un número reducido de compañías de capitales multinacionales, lo cual conlleva el hándicap de la pérdida de variabilidad genética (Hunton, 2006). Las características productivas de mayor importancia económica en este tipo de explotaciones son el crecimiento eficiente de las aves para carne y la producción de huevos de tamaño y calidad adecuada en el caso de las aves de postura. Estos dos caracteres complejos están fenotípica y genéticamente correlacionados en forma negativa (Chambers, 1990; Kerr y col., 2001). Debido a ello, las grandes compañías han abandonado el animal inicial doble propósito y lo han reemplazado por genotipos especializados en uno u otro tipo de producción, razón por la cual llevan a cabo programas separados de mejoramiento para aves de carne y aves de postura. Si bien esta modalidad se justifica en el marco de los sistemas intensivos propios de la avicultura comercial, la propuesta de un sistema de producción en semi-cautiverio, en condiciones más acordes con el comportamiento natural de la especie, requiere de genotipos adaptados a dicha modalidad productiva.

En contraposición, entonces, con el planteo productivo actual, y pensando en la segunda de las dos estrategias mencionadas anteriormente, se ha propuesto (Bassler, 2005) que el genotipo ideal para la producción avícola orgánica, ecológica o semi-extensiva, probablemente sea una población doble-propósito en la que los machos se destinan a la producción de carne y las hembras a la producción de huevos. La utilización de aves doble propósito ofrece la ventaja de evitar el sacrificio de todos los machos de un día de edad

provenientes de las líneas especializadas en producción de huevos. Se ha estimado que esta práctica lleva a la eliminación de unos 400 millones de pollitos BB en la Comunidad Europea y 3200 millones a nivel mundial, por año, un hecho que no solo entra en conflicto con la filosofía de base de la producción orgánica (Nauta y col., 2003) sino que resulta éticamente observable (Bruijn y col., 2015) en un mundo donde, según FAO, mueren anualmente 100 millones de personas por carecer de alimentos y 800 millones padecen de hambre crónica. En comparación con el modelo intensivo vigente, la reintroducción de aves de doble propósito en los sistemas productivos significará, sin duda, una disminución de la producción atribuible en parte a la relación genética negativa entre el aumento de la tasa de crecimiento y la producción de huevos (Chambers, 1990) y, en parte, al énfasis puesto en un ambiente de producción acorde a los requerimientos naturales de la especie más que en un constante aumento de la productividad individual. Si bien este animal no resultaría apto para los sistemas comerciales intensivos, sí lo sería para otro tipo de destinatarios. Entre los mismos cabe mencionar un conjunto más restringido de productores capaces de utilizar un nicho particular del mercado y compensar el menor desempeño productivo global con mejores precios por el producto ofertado. Su utilización se vincula también con poblaciones vulnerables en términos de seguridad alimentaria y con el aumento de la productividad de la avicultura de traspatio basada, por lo general, en aves criollas de gran rusticidad pero de limitada productividad (Alders y Pym, 2009; McLeod y col., 2009).

Como se expresó anteriormente, en el caso particular de los sistemas productivos avícolas, este tipo de animales no constituyen una novedad. De hecho, en la historia de la avicultura comercial figura una extensa primera etapa basada en la utilización de animales de doble propósito -huevo y carne- seguida de una etapa de especialización con una clara distinción entre uno y otro tipo de producción (Arthur y Albers, 2003). Nuestro país no estuvo al margen de estos hechos. Hacia mediados del siglo pasado había en Argentina una importante población de aves cuya cría se basaba en un concepto semi-industrial de explotación, con líneas de pedigrí y algunos cruzamientos doble-propósito, hembras para producción de huevos y machos para producción de carne. Su alimentación estaba basada en mezclas de granos y eran manejadas a campo o en semi-cautiverio. La comercialización de estas aves se basaba en acopios y consignaciones en cooperativas y el grueso de los productos convergía en el Mercado Central de Aves y Huevos de Capital Federal, lugar donde mayoritariamente se vendían pollos vivos. La avicultura comercial, tal como se la conoce hoy

en día nace, por lo tanto, en Argentina a comienzos de la segunda mitad del siglo XX con la introducción de híbridos para la producción de huevos y carne. A partir de entonces, la misma creció más o menos ininterrumpidamente. A partir del año 1976, en la cadena avícola de carne, comenzó la integración vertical. Hacia el año 1983 el sector quedó mayoritariamente integrado, quedando tan solo un 5% de productores independientes. La producción integrada se caracterizó por tener plantas faenadoras y molinos propios, por generar los huevos fértiles y los pollitos BB y por brindar a sus integrados el asesoramiento profesional y la comercialización del producto generado (Dottavio y Di Masso, 2010). En este esquema, hoy en plena vigencia, el engorde de los pollos se encuentra en manos de los productores primarios, establecimientos familiares independientes -granjas integradas- que aportan las instalaciones, la mano de obra y los servicios de luz y gas (García, 2012). La genética que utilizan es importada, ya sea de Estados Unidos, Brasil o de Europa, desde donde se reciben los reproductores abuelos, que dan inicio a la cadena de multiplicación. En la actualidad, según el Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas (RENAVI) existen 7 granjas de abuelos, 315 de padres y 5300 de engorde de pollos aproximadamente. A diferencia de lo anteriormente descrito, la producción de huevos en Argentina se caracteriza por la participación mayoritaria de productores independientes. Cada empresa compra sus propios insumos y equipos y contrata individualmente el asesoramiento técnico que requiere. A semejanza de lo mencionado para la producción de carne, también en este caso la genética es importada pero, a diferencia de la misma, al país ingresan solo reproductores padres. En la actualidad, según información del RENAVI, existen 38 granjas de padres, entre las que se incluyen las correspondientes a INTA, que abastecen a 1227 granjas de postura. Si bien es una realidad que la estructuración de estas cadenas posibilitó mejorar los índices de productividad, disminuir la mortalidad y optimizar la conversión alimenticia, no es menos cierto que gran parte de esos logros se hicieron a costa de sacrificar el bienestar de los animales.

Esta concentración productiva reconocible en nuestro país es equivalente a la que ocurre a nivel mundial donde, en su mayor proporción, la genética avícola se encuentra en manos de cuatro grandes compañías. Dichas empresas tienen como principal objetivo la “mejora genética”, maximizando rendimientos y aumentando la uniformidad (Gura, 2007). Este sistema se presenta como altamente vulnerable, pues esta reducción del número de criadores ha llevado a una inevitable pérdida de variabilidad genética (Arthur y Albers, 2003). La vulnerabilidad se hace más notoria si se tiene en cuenta que dicho material ha sido

seleccionado en base a objetivos de otros países fundamentados en que el producto a obtener es el mismo y que el ambiente requerido -nutricional, climático, sanitario, de manejo- se suministra artificialmente. Este panorama no considera, por ejemplo, cuestiones más puntuales como ser la existencia de interacciones genotipo-ambiente, diferencias en objetivos de selección y la posible introducción de endógenos virales asociados a estas poblaciones importadas tal como lo pone de manifiesto el Informe Nacional sobre la Situación de los Recursos Zoogenéticos en la Argentina (SAGPyA 2003). Esta constante erosión de los recursos genéticos no sólo amenaza la biodiversidad sino también la soberanía alimentaria en tanto la estrategia comercial asociada al proceso de hibridación transforma a este último en un instrumento de apropiación genética debido a que, al impedir el acceso a los machos de las líneas femeninas y a las hembras de la línea masculina, genera una situación de “bloqueo biológico” (Gura, 2007). De acuerdo con Groen (2003) la elección del cruzamiento entre estirpes maternas y paternas de diversas razas para generar los productos comerciales obedece más a la necesidad de la industria de asegurar el retorno de sus inversiones que a la superioridad de los reproductores. En términos de seguridad alimentaria, este panorama, para un país productor de alimentos como el nuestro, puede caracterizarse como grave, en tanto transforma a la avicultura en la única producción animal de la que no puede afirmarse que se encuentre garantizada, lo que ha sido puntualizado ya en el informe antes mencionado (SAGPyA 2003) enviado a la FAO sobre la situación de los recursos zoogenéticos en Argentina. El mismo destaca “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”. A la vez, plantea como un objetivo la “promoción de planes de mejora genética de razas localmente adaptadas para sistemas de producción semi-intensivos (Camperos, Orgánicos y otros de etapas de crianza libre)”. Entre las prioridades nacionales y en el capítulo referido a las razas o líneas que pueden continuar realizando aportes en el futuro menciona 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).

Paralelamente a esta preocupación por las condiciones de crianza de las especies animales de interés económico vinculadas al bienestar de las mismas, se produjo, a nivel mundial, la aparición y el paulatino afianzamiento de la conciencia ecológica. Dicha concientización aumentó las preferencias de los consumidores por productos naturales

asociados con una mejor calidad de vida. En este sentido, existen nichos en el mercado internacional con requerimientos crecientes de productos específicos para los cuales Argentina cuenta con condiciones naturales para su producción. Esta situación obliga a atender un mercado creciente relacionado con el consumo de productos de origen animal diferenciados en función del sistema de crianza, el tipo de alimentación, etc. La consolidación de este cambio de mentalidad permite predecir un crecimiento sostenido del mercado de productos ecológicos hecho que, a su vez, augura un futuro promisorio para este tipo de emprendimientos. La producción de huevos camperos, si bien no puede considerarse como “ecológica” por los requisitos específicos de este tipo de producciones (SAGPyA, 2000), presenta particularidades relacionadas con este tipo de demanda.

Teniendo en cuenta el escaso número de compañías involucradas a nivel mundial en la producción de huevos de gallina y de carne de pollo, así como la preocupación por el destino de las razas de aves que están en riesgo de extinción, es que a comienzos de 1990 la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) mostró interés por el tema. Si bien manteniendo el criterio de especialización en carne y en huevos, emprendió la búsqueda de una alternativa realista al alcance de pequeños o medianos avicultores que se acercara a la producción ecológica de pollos y huevos, las que al estar apoyada en cereales y oleaginosos de igual característica, resulta aún hoy demasiado costosa de implementar, si no se considera la opción de darle valor agregado a los mismos. Con este objetivo comenzó a desarrollar, a partir del cruzamiento de estirpes propias de diferentes razas asimiladas, algunas de ellas tradicionalmente utilizadas para la obtención del pollo parrillero (raza Cornish Blanco) y de las ponedoras de huevos castaños (razas Rhode Island Red, Rhode Island Blanca, Plymouth Rock Barrada), una población de aves destinadas a un sistema de avicultura menos intensivo. Estas aves debían ofrecer un producto diferenciado que requiriese poco capital y un alto grado de asociativismo, que superara los bajos niveles productivos de las gallinas “criollas” utilizadas en la avicultura de traspatio pero que, a la vez, conservara la rusticidad y adaptabilidad propias de las mismas (Rigonatto y col., 2011). Estos cruzamientos dieron origen a una serie de poblaciones sintéticas con aportes diferenciales de genes provenientes de las razas asimiladas antes mencionadas, las que conformaron los progenitores materno y paterno de un pollo que fue denominado Campero (Bonino y Canet, 1999; Canet y Terzaghi, 2003), cuya producción se encuentra actualmente protocolizada (Bonino, 1997). Con el mismo sentido se desarrollaron

dos “híbridos” con autosexado genético por la coloración del plumón al nacimiento, destinados a la producción de huevos camperos en condiciones menos intensivas: la ponedora Negra INTA producto del cruzamiento de gallos Rhode Island Red por gallinas Plymouth Rock Barrada, que hace uso del gen barrado ligado al sexo y la ponedora Rubia INTA, generada a partir del cruce entre machos Rhode Island Red y hembras Rhode Island Blanca, que utiliza para tal fin el gen plateado. El núcleo genético que suministra reproductores a los numerosos centros multiplicadores localizados en diferentes puntos del país, se encuentra en la EEA “Ing. Agr. Walter Kugler” que el INTA posee en la localidad bonaerense de Pergamino. En la actualidad, la multiplicación de estas aves está destinada, mayoritariamente, a abastecer de ponedoras y aves para carne al Prohuerta. Este último es un programa de seguridad alimentaria y nutricional, de cobertura nacional, dirigido a familias en situación de vulnerabilidad que, entre otras, tiene como finalidad propender a que sus integrantes accedan a una alimentación nutritiva y saludable, con la autoproducción de alimentos como meta, impulsando la comercialización de eventuales excedentes en ferias de la economía regional o emprendimientos productivos, promoviendo el desarrollo local.

Para cumplir con este objetivo el núcleo genético suministra a los diferentes centros de multiplicación distribuidos en todo el país, animales de cinco grupos genéticos, a saber: (1) machos de la población sintética paterna de pollo campero, (2) hembras de la población sintética materna de pollo campero, (3) machos de una estirpe propia de la raza Rhode Island Red a ser utilizados como padres de las dos versiones de ponedoras autosexantes, (4) hembras de una estirpe propia de la raza Plymouth Rock Barrado (madre de la ponedora autosexante Negra INTA) y (5) hembras de una estirpe propia de la raza Rhode Island Blanca (madre de la ponedora autosexante Rubia INTA). Tanto la producción de las aves reproductoras, como la de aquellas destinadas a postura, implica el sexado de las aves al nacimiento, por inspección de la cloaca y por autosexado por pigmentación del plumón, respectivamente, con conservación de las hembras y eliminación de los machos, en las poblaciones maternas de postura y en las ponedoras que representan, en promedio, el 50% de las aves producidas y el 50% de la capacidad de incubación del centro multiplicador. Es esta eliminación masiva al nacimiento de estos machos no aptos para la producción de carne la práctica que comienza a ser resistida en los ámbitos conservacionistas preocupados por el bienestar animal y el resguardo de los derechos de los animales. Además de ello, en este caso particular, la misma

representa una práctica contradictoria dada su utilización vinculada a un programa de asistencia alimentaria a una población vulnerable en este aspecto.

En el marco de los sistemas menos intensivos, la propuesta de una estrategia de producción en semi-cautiverio, en condiciones más acordes con el comportamiento natural de la especie, requiere de genotipos adaptados a dicha modalidad productiva. Tal propuesta podría basarse en un cruzamiento de tres vías, de doble propósito, proveniente de la utilización de hembras F1 [con 50% de genes Cornish -raza que aporta aptitud carnífera al producto del cruzamiento- y 50% de genes de una de las razas semi-pesadas habitualmente empleadas en la producción de ponedoras de huevo castaño] y machos de una raza semipesada diferente de la utilizada en el cruzamiento inicial. Los machos F1 podrían destinarse a la producción de carne y las hembras reservarse como reproductoras para la producción del “híbrido” final. Este último sería producido por los multiplicadores que ofrecerían a las familias destinatarias del Programa pollitos BB sin sexar: los machos se destinarían a consumo y las hembras a postura. Un esquema como el descrito permitiría reducir de cinco a dos las poblaciones enviadas a los centros multiplicadores ya que éstos recibirían machos de la raza paterna del híbrido de tres vías y hembras F1 a utilizar como madres del mismo. En este esquema productivo se utilizarían el 100% de los animales F1 (los machos se destinarían a faena y las hembras como reproductoras) y el 100% de los animales del cruzamiento terminal (los machos para faena y las hembras para la producción de huevos y, eventualmente, como productoras de carne como subproducto en términos de gallina de descarte). Pueden mencionarse, además, que con este esquema se contemplaría una conducta habitualmente observada en las familias receptoras de pollitos BB pertenecientes al Programa Prohuerta que pese a disponer de la opción de las aves Negra INTA y Rubia INTA para producción de huevos, identifican y reservan para postura a las hembras camperas en vez de otorgarles el destino inicialmente previsto para las mismas y faenarlas conjuntamente con los machos.

La evaluación integral de un ave doble propósito como la propuesta debe considerar aspectos vinculados con la producción de carne en el caso de los machos y con la producción de huevos en el caso de las hembras. A diferencia de lo que ocurre en las estirpes de razas livianas destinadas a la producción de huevos para consumo en las que los objetivos perseguidos en la progenie coinciden con lo requerido en las poblaciones progenitoras (Etches, 1998), en el caso de la avicultura de carne, tal como se enfatizó previamente, se trata

de caracteres genéticamente antagónicos vinculados básicamente con diferentes aspectos del crecimiento –dimensional, composicional, del desarrollo- en la progenie y con cuestiones relacionadas con la reproducción, en los progenitores. Los programas de mejora genética avícola han utilizado, clásicamente, índices selectivos que incluyen múltiples caracteres. Los 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, 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 (Campo y col., 2009), entre otros.

Vinculado con el antagonismo crecimiento versus reproducción, Chambers (1990) menciona la existencia de extensas revisiones sobre los aspectos genéticos de dicha relación los que, en su opinión no se han visto mayormente modificados por nueva información. En general, la evidencia derivada de múltiples trabajos 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 y col., 2001). De acuerdo con Barbato (1999) el crecimiento es un fenómeno no lineal razón por la cual, en el contexto de un programa genético, el mismo debe ser evaluado como tal. Si bien la fertilidad está positivamente correlacionada con el crecimiento en las dos primeras semanas de vida, dicha asociación toma signo negativo si el período considerado se extiende hasta las seis semanas de edad. Esta diferencia puede atribuirse básicamente a las altas correlaciones negativas entre el crecimiento exponencial experimentado entre los 14 y los 42 días de edad y el fenotipo reproductivo.

Los efectos detrimentales de la selección por crecimiento sobre caracteres de la esfera reproductiva son comunes a ambos sexos (Robinson y col., 1993; Decuypere y col., 2003). En los machos se ha observado disminución de la libido con una reducción concomitante de la frecuencia de apareamiento, con eyaculados de mayor volumen pero con no sólo menor concentración de espermatozoides sino también con alteraciones en la motilidad, un carácter determinante de la fertilidad (Froman y col., 1997, 1999), con mayor proporción de espermatozoides muertos o con deformidades y con menor tasa metabólica. En el caso de las hembras, si bien el mayor peso corporal está positivamente asociado tanto con el peso de la pituitaria y con la sensibilidad de los órganos blanco como con una mayor tasa ovulatoria, la

correlación entre velocidad de crecimiento y producción de huevos es negativa. La falta de acuerdo entre el aumento de la tasa de ovulación y la disminución de la postura se debe a un aumento de la incidencia de huevos no incubables, con alteraciones tales como doble yema, cáscaras extra calcificadas, deformidades; postura interna con presencia en la cavidad abdominal de huevos parcial o totalmente formados, regresión progresiva de folículos en desarrollo y oviposición errática, entre otras (Barbato, 1999).

Si bien el intento de reunir los caracteres propios de la producción de carne y de la producción de huevos en una misma población como es el caso del cruzamiento terminal planteado colisiona con la existencia de estas correlaciones genéticas negativas entre velocidad de crecimiento y postura, en el marco de los programas de conservación se pone en duda la ventaja de la especialización en uno y otro tipo de producción (FAO, 2001) que ha mostrado ser tan efectiva en el caso de la producción industrial.

Entre los caracteres a considerar en este tipo de aves se incluyen aquellos vinculados con la madurez sexual. Según diferentes autores (Arthur, 1986; Terraz Cuenca, 2010), la madurez sexual se reconoce por el momento de la puesta del primer huevo o por aquel en el que el lote de aves alcanza el 5% de la postura. Su trascendencia radica en que marca el inicio de la vida productiva o reproductiva, dependiendo del destino que se le vaya a dar a la gallina. En el caso de gallinas destinadas a la producción de huevos las empresas especializadas han ejercido durante mucho tiempo presión de selección para disminuir el momento de inicio de la puesta. Ello se debe a que, dentro de ciertos límites, una mayor precocidad implica mayor producción de unidades (huevos) a lo largo de un ciclo de producción de duración establecida. A su vez, hace más eficiente la producción porque posibilita comenzar a recuperar antes la inversión realizada. En este sentido, en la búsqueda de una mayor eficiencia productiva, la edad a la madurez sexual disminuyó inicialmente en forma sostenida junto con un aumento en el peso de los huevos (Jackson y col., 1986; McMillan y col., 1990).

La madurez sexual es un proceso dependiente de la edad y el peso corporal (Brody y col., 1984) y de la composición corporal, tanto del contenido de grasa corporal (Bornstein y col., 1984) como del contenido del cuerpo libre de grasa o tejido magro (Soller y col., 1984). A su vez, la importancia del peso corporal y de la edad en relación con la madurez sexual cambia de acuerdo al régimen de alimentación. De acuerdo con Katanbaf y col. (1989) en las reproductoras pesadas con alimentación *ad libitum* durante la fase pre-postura la madurez sexual es un fenómeno edad-dependiente mientras que en aquellas restringidas es un

fenómeno peso-dependiente. Las respuestas correlacionadas en la edad a la puesta del primer huevo en experimentos de selección por peso corporal temprano oscilan de moderadamente positivas a moderadamente negativas. En experimentos de selección a largo plazo, la madurez sexual de las aves de las líneas seleccionadas para bajo peso corporal puede llegar a inhibirse por completo debido a su incapacidad para alcanzar el peso corporal o la composición corporal mínima requerida para iniciar su vida reproductiva en tanto se requiere de un mínimo nivel de grasa corporal para alcanzar la madurez sexual (Yu y col., 1992a,b). Por otro lado, así como la madurez sexual se ve afectada negativamente por un déficit de grasa corporal, un exceso de dicho componente tiene efectos adversos sobre la producción de huevos (Leclercq y col., 1985) y la incubabilidad de los mismos (Cahaner y col., 1986). Liu y col. (1995) estudiaron la respuesta correlacionada en la edad a la madurez sexual en dos líneas de gallinas seleccionadas en forma divergente por peso corporal a las 8 semanas de edad durante 36 generaciones. Observaron que si bien en ambas líneas seleccionadas se produjo un retraso en la puesta del primer huevo, dicho retraso fue mayor en la línea seleccionada por bajo peso en la que se detectaron individuos anoréxicos, un fenómeno también informado por Zelenka y col. (1988). La edad a la cual se seleccionan las aves es un dato trascendente en relación con la respuesta correlacionada en la edad a la madurez sexual. Kerr y col. (2001) observaron que las gallinas con selección disruptiva por tasa de crecimiento exponencial entre el nacimiento y los 42 días de edad mostraron una gran divergencia tanto en el peso corporal como en la edad a la puesta del primer huevo, presentando la línea con selección positiva mayor peso y menor edad a la madurez sexual. Por el contrario las líneas seleccionadas por alto y bajo peso a los 14 días de edad -antes de alcanzar el punto de inflexión de sus curvas de crecimiento- pese a la divergencia significativa mostrada en el peso corporal a la edad de selección no difirieron ni en su peso corporal ni en la edad promedio a la puesta del primer huevo. Los autores concluyen que las respuestas correlacionadas esperables en el peso y la edad a la madurez sexual difieren según la edad a la que se lleva a cabo la selección por peso y la dirección de la presión de selección ejercida en la población y que ninguno de los dos caracteres vinculados con el ámbito de la reproducción antes mencionados -edad y peso a la puesta del primer huevo- se verían afectados por la selección en edades tempranas.

En una serie de estudios de naturaleza experimental Dottavio y col. (1989) estudiaron los caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas livianas (Leghorn), semipesadas (Rhode Island Red) y en sus cruzamientos recíprocos y observaron heterosis negativa para la

edad y positiva para el peso corporal a la puesta del primer huevo en tanto las aves híbridas fueron más precoces y más pesadas al inicio de la puesta. Esta respuesta se debió a un comportamiento dominante del alto peso y la precocidad, no diferenciándose en estos aspectos las dos combinaciones híbridas ni entre sí ni con respecto a la estirpe semipesada. Los distintos grupos no se diferenciaron en el tiempo requerido para poner los 10 primeros huevos, valor calculado como un indicador de regularidad en la postura inicial. Dottavio y col. (1993) relevaron los mismos caracteres en diferentes generaciones del proceso de formación de una población sintética basada en los cruzamientos recíprocos entre Leghorn y Rhode Island Red antes mencionados y estimaron sus heredabilidades por regresión madre-hija entre las generaciones F3 y F4. Con respecto a las poblaciones progenitoras, la F4 mostró, en promedio, valores intermedios para edad al primer huevo, un peso corporal similar a la estirpe de la raza Rhode Island Red, no modificó ni el peso del primero ni el de los 10 primeros huevos pero aumentó el número de días requeridos para ponerlos evidenciando una pérdida de regularidad en la postura. En todos los caracteres se observó un aumento del coeficiente de variación. Las heredabilidades estimadas fueron 0,55 para peso corporal y 0,16 para edad a la puesta del primer huevo; 0,45 para el peso de los 10 primeros huevos y 0,58 para el indicador de regularidad. Los autores concluyeron que los sucesivos apareamientos al azar requeridos para la formación de la sintética habrían recreado la variación original mediante recombinación, hecho asociado a la mayor variabilidad relativa mostrada por los diferentes caracteres. Asimismo concluyeron que, dados los valores de las estimaciones de la heredabilidad mencionados, el deterioro observado en algunos de estos caracteres podría revertirse por selección. Canet y col. (1995) reiteraron el estudio en la generación F7 de formación de la población sintética y la compararon con un híbrido comercial. Las aves de la población sintética fueron más livianas y menos precoces, pusieron huevos más livianos y tardaron 6 días más para poner los 10 primeros huevos lo que confirma la pérdida de regularidad en la postura en la población segregante. Pire y col. (1996) caracterizaron la madurez sexual de ponedoras con muy diferente peso corporal adulto -Leghorn, Rhode Island Red y Fayoumi- y de los cruzamientos derivados de gallinas Fayoumi con gallos Rhode Island Red (Rx F) o con gallos Leghorn (Lx F). Los dos híbridos simples mostraron heterosis negativa para edad al primer huevo, no se diferenciaron en el peso del huevo, la combinación con padre Leghorn fue más liviana y presentó mayor regularidad en el inicio de la postura. Los genes Fayoumi se combinaron con los genes Rhode en forma aditiva para peso del huevo

y como parcialmente dominantes para peso corporal. Frente a Leghorn, se mostraron como parcialmente recesivos para peso del huevo y con aditividad respecto del peso corporal. Los resultados indican que Rhode y Leghorn presentarían diferencias extremas en las frecuencias de los genes involucrados en la determinación de estos caracteres lo que explicaría el comportamiento inverso de Fayoumi ante cada uno de ellos. El híbrido con padre Leghorn presentaría como ventaja frente al cruzamiento por Rhode Island Red que rompiendo postura a similar edad continúa la ovoposición con mayor regularidad indicando una interacción más equilibrada del genoma Fayoumi con Leghorn que con Rhode, posiblemente asociada al origen común (Mediterráneo) de Fayoumi y Leghorn frente al origen atlántico de Rhode. Cámpora y col. (1999) caracterizaron productivamente la madurez sexual de dos estirpes de gallinas Plymouth Rock Barradas de diferente origen -la estirpe H, población mantenida cerrada y con bajo tamaño efectivo, y la estirpe B -población mejorada- y de sus cruzamientos recíprocos. La estirpe B mostró mayor precocidad y menor peso corporal a la puesta del primer huevo y requirió menor número de días que la estirpe H para completar la puesta de los diez primeros huevos. No se observaron efectos recíprocos. Los híbridos mostraron dominancia de H para edad a la madurez sexual (menor precocidad). Se observó heterosis negativa para el peso de los diez primeros huevos y para el lapso requerido para ponerlos, presentando las combinaciones híbridas un comportamiento similar al de la estirpe B en el segundo caso. La estirpe H, dada su condición de población cerrada, mantenida con bajo tamaño efectivo, evidenció cierto deterioro, posiblemente atribuible a depresión endogámica, caracterizado por un retraso en la madurez sexual y una postura inicial irregular. Los híbridos, si bien mostraron dominancia de H para la primera variable, emplearon un número menor de días para poner los primeros diez huevos debido a la dominancia, en este caso, de la estirpe B. Este comportamiento sugeriría la existencia de una base genética al menos parcialmente independiente en la determinación de estos caracteres, permitiendo que el deterioro producido en algunos sea compensado con un desempeño más ventajoso en otros. Dottavio y col. (2001a) compararon a este respecto aves producto del cruzamiento de gallinas Plymouth Rock Barradas por gallos Fayoumi, Leghorn y Rhode Island Red. Las aves con padre Fayoumi fueron más las más precoces, sin diferenciarse en el peso a la puesta del primer huevo de aquellas con padre Leghorn. Ambas fueron más livianas que la combinación con padre Rhode, presentaron menor peso del huevo y un comportamiento intermedio en términos de regularidad en el inicio de la postura. Las aves con padre Leghorn, por su parte, con valores

intermedios de peso corporal y peso del huevo, mostraron el patrón de postura más regular. La combinación con padre Rhode mostró el mayor peso corporal, una precocidad intermedia, el mayor peso del huevo y la menor regularidad en la puesta. En conjunto, esta evidencia experimental, basada en cruzamientos de diferente tipo, marca la complejidad de las relaciones que se establecen en el conjunto de caracteres requeridos para describir un fenotipo complejo como es el de la madurez sexual en aves de interés productivo.

Otro aspecto importante del peso corporal, además del antes mencionado peso necesario para llegar a la madurez sexual a la edad adecuada, es el peso requerido para asegurar un correcto desarrollo anatómico de los diferentes sistemas evitando problemas relacionados con los mismos durante el resto de la vida del ave. En una cronología descriptiva puede mencionarse que durante las primeras 6 semanas de vida tiene lugar el desarrollo del sistema inmune y el aparato digestivo; entre las 6 y las 12 semanas tiene lugar un rápido crecimiento durante el cual se desarrollan los componentes estructurales -músculo, huesos, plumas- del cuerpo, de manera tal que cualquier deficiencia durante el mismo puede afectar la reserva mineral en los huesos y la producción de huevos y, por último, entre las 12 y las 18 semanas tiene lugar la maduración del tracto reproductivo y la preparación del mismo para dar inicio a la postura (Mota Vázquez y Cabrera Contreras, 2014).

La precocidad en la madurez sexual, si va acompañada de un tamaño adecuado del huevo y de regularidad en la oviposición, maximiza la producción potencial de huevos y disminuye los costos por unidad. Por dichas razones, la evaluación de los indicadores de estos caracteres productivos trasciende el momento de inicio de la actividad reproductiva y adquiere importancia en el marco del ciclo productivo en su totalidad. Robinson y Robinson (1991) estudiaron los efectos de las diferencias en peso corporal a las 21 semanas de edad sobre la tasa de crecimiento, la composición corporal y el desempeño reproductivo de reproductoras pesadas entre las 22 y las 62 semanas y observaron que las pollas con pesos por debajo de lo recomendado presentaron registros productivos inferiores a los de sus contemporáneas con el peso esperado a esa edad o incluso con sobrepeso. Si bien la evaluación de los caracteres productivos a la madurez sexual puede presentar menor trascendencia en el caso de aves camperas (Bonino y Canet, 1999) en las que la manifestación de la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción representa un costo a pagar frente a la decisión de aunar en la misma población ambos intereses -hembras destinadas a

producción de huevos y machos destinados a la producción de carne- los caracteres a la madurez sexual deben ser tomados en consideración a los efectos de prevenir su deterioro.

Además de los factores genéticos mencionados, el ambiente juega también un papel trascendente en relación con la madurez sexual de las aves. A este respecto, el fotoperíodo es un factor ambiental clave durante el desarrollo del ave en tanto ejerce una influencia directa sobre el inicio de la actividad sexual: si la cría se lleva a cabo con fotoperíodo creciente, ésta se adelanta, mientras que con fotoperíodo decreciente se atrasa. Relevar los caracteres productivos asociados a la madurez sexual -edad y peso corporal a la que se alcanza, tamaño del huevo, regularidad en la oviposición- en los cruzamientos entre razas semi-pesadas es importante a la hora de evaluar en qué medida la incompatibilidad genética antes mencionada afecta tanto la eficiencia productiva (Morris, 1967) como así también la eficiencia económica, tomando en cuenta que las aves jóvenes tienden a poner huevos de menor peso (Arthur, 1986), y posiblemente no aptos para incubar en caso de reproductoras.

Además del peso corporal promedio *per se*, esencial para alcanzar la madurez sexual a la edad adecuada, en dicho momento también adquiere importancia la dispersión de los pesos del lote o, planteado en otros términos, su uniformidad. Se dispone de varios indicadores de esta variable de trascendencia productiva (Castelló Llobet y col., 1989; Hudson y col., 2001; Toudic, 2009). Habitualmente, se la define como el porcentaje de aves cuyo peso se encuentra incluido dentro de un rango de $\pm$ el 10% del peso corporal promedio del grupo. Si la uniformidad así evaluada, no está dentro del 80 %, se dificulta el manejo de la alimentación, las pollas alcanzan la madurez sexual en diferentes edades y ello afecta el tamaño del huevo. Con referencia a la madurez sexual, si el lote alcanza la edad umbral para responder al estímulo fotoperiódico con una gran dispersión en sus pesos corporales, las aves de mayor peso comenzarán la puesta de huevos, no así aquellas de menor peso que verán retrasada el inicio de su vida reproductiva (Yuan y col., 1994; Robinson y col., 2007). Con respecto al peso del huevo, si las aves inician su ciclo de postura con bajo peso, probablemente produzcan huevos de menor tamaño y muestren propensión a presentar prolapsos cloacales debido a su menor crecimiento óseo. Por el contrario, si las aves inician el ciclo con sobrepeso producirán menos huevos y aumentará la proporción de huevos con doble yema. Es por eso que lograr el peso promedio adecuado del lote a la madurez sexual, junto con una correcta uniformidad en peso, son los principales objetivos a perseguir en la etapa de cría de las pollas, lo que permitirá alcanzar rápidamente el pico de producción y mantener luego altos niveles de

postura. Paralelamente, dado que un mayor número de aves se desarrollan sexualmente al mismo tiempo, se logra una mayor uniformidad en el peso del huevo y una mayor persistencia de la producción que se traduce en un mayor número de huevos por ciclo. Como conclusión, el inicio de la madurez sexual, el tamaño del huevo y el pico y porcentaje de postura, van a depender, entre otros factores, del suministro de un estímulo lumínico adecuado en la edad correcta, del peso corporal de las hembras y de la uniformidad de este último. Es por ello que, a pesar de las diferencias existentes entre las estirpes genéticas disponibles, en todos los casos la meta es siempre la obtención de huevos de calidad, ya sean estos para consumo o para incubar (Piquer, 2001) y, en tal sentido, se ha informado (Leeson y Summers, 2000) que aumentos de uniformidad del lote del 1% se traducen en un huevo más por ave en el lote.

Con referencia al peso corporal de las aves a lo largo del ciclo productivo las empresas proveedoras de las diferentes alternativas genéticas disponibles suministran una guía de los valores promedio a lograr para asegurar un adecuado desarrollo y maximizar la producción de huevos. En su aspecto dimensional, el crecimiento puede ser caracterizado en términos de las modificaciones en diferentes dimensiones corporales. Habitualmente se lo interpreta como la modificación de alguna magnitud -el peso, la longitud, el área o el volumen- del cuerpo como un todo o de una de sus partes, en función de una variable que suele ser, aunque no necesariamente, el tiempo. En relación al crecimiento, el aumento de peso corporal en períodos determinados o el peso corporal a edades fijas han sido dos de los criterios de selección más utilizados en producción animal. Por su parte, el ajuste del patrón de variación del peso corporal en función de tiempo representa una metodología de utilidad para caracterizar dimensionalmente el crecimiento. La misma permite resumir la información contenida en múltiples puntos dimensión-edad en sólo dos parámetros de interés biológico: el tamaño asintótico y la tasa de maduración, que describen la condición dinámica del proceso (Fitzhugh, 1976).

Se han utilizado diversos modelos matemáticos para ajustar los datos longitudinales peso corporal - edad cronológica, tanto con fines descriptivos como predictivos. Entre los que han tenido mayor difusión pueden mencionarse las diferentes variantes del modelo sigmoideo de Richards (funciones logística, Gompertz, von Bertalanffy) y sus modificaciones (ajuste multifásico utilizando la función logística o funciones logística y de Gompertz con cuatro parámetros). Grossman y Bohren (1982) compararon varias funciones -polinomial, exponencial, logística, Gompertz y von Bertalanffy- y concluyeron que no existía ninguna

razón que indicara que alguna de ellas fuera la más indicada para el ajuste de datos de crecimiento en aves sino más bien que, dado un conjunto de condiciones, alguna de ellas puede describir con mayor precisión el fenómeno analizado. Narushin y Takma (2003) propusieron un modelo basado en el cociente de dos funciones polinomiales de tercero y segundo orden para la descripción de las curvas de crecimiento y de la masa de huevos producida por gallinas ponedoras y los compararon con los modelos habitualmente utilizados en estos casos: modelos logístico, Gompertz, von Bertalanffy, Richards, Weibull y Morgan-Mercer-Flodin para crecimiento y Adams-Bell, logístico curvilíneo, compartamental y Lokhorst para masa de huevos. El modelo de Narushin-Takma mostró, en términos comparativos, el mejor poder predictivo, si bien los modelos restantes brindaron muy buenos ajustes de los datos.

La utilidad de un modelo matemático no se evalúa solamente por su capacidad de brindar un buen ajuste sino también por la interpretación biológica de sus parámetros. En este sentido, las diferentes funciones alternativas derivadas de la función de Richards pueden considerarse opciones válidas para el ajuste de los datos longitudinales tamaño-edad. Estas funciones permiten, como se mencionó previamente, estimar el tamaño asintótico y la tasa de maduración, los dos parámetros que definen la forma de la curva de crecimiento, aun cuando fijan el punto de inflexión en un porcentaje dado del tamaño asintótico y presentan una asíntota inferior que habitualmente resulta sub o sobreestimada. Dottavio y col. (1994) estudiaron el patrón de crecimiento de ponedoras livianas y semipesadas de las razas White Leghorn y Rhode Island Red, respectivamente, a partir del ajuste con los funciones logística, Gompertz y von Bertalanffy de los datos peso corporal-edad cronológica registrados entre el nacimiento y las 43 semanas de edad y concluyeron que si bien los tres modelos se mostraron igualmente válidos, la función logística brindó la mejor estimación del tamaño asintótico.

La trayectoria de la curva de crecimiento prepostura correspondiente a la primera porción del modelo sigmoideo puede ajustarse con un modelo exponencial creciente. Vélez y col. (1988) estudiaron el crecimiento preinflexión de gallinas Rhode Island Red, White Legorn y sus híbridos recíprocos mediante la transformación logarítmica de los datos peso-edad observando efectos heteróticos y recíprocos sobre el peso corporal. El patrón de crecimiento durante la postura, por su parte, puede ajustarse con modelos exponenciales asintóticos tales como la función de Brody (Fitzhugh, 1976) y sus diferentes reparametrizaciones, que no presentan punto de inflexión y que corresponden a la segunda

porción de la curva sigmoidea. Di Masso y col. (1996) ajustaron los datos longitudinales peso-edad entre las 18 y las 32 semanas de vida de dos cruzamientos simples de gallinas ponedoras con madre Fayoumi y padre White Leghorn o Rhode Island Red y en los tres genotipos parentales, con el modelo de Weatherup y Foster (Weatherup y Foster, 1980), habitualmente empleado para la caracterización del patrón dinámico de modificación del peso del huevo, observando, en todos los casos, un muy buen ajuste de los valores experimentales. La caracterización dinámica del crecimiento de tres cruzamientos experimentales de gallinas ponedoras con madre Plymouth Rock Barrada y padre Fayoumi, White Leghorn y Rhode Island Red con el modelo sigmoideo de Gompertz puso en evidencia la adecuación del mismo para el ajuste de los datos peso-edad en grupos con diferentes tamaño maduros (Di Masso y col., 2001).

Varios estudios (Chambers, 1990) han aportado evidencia experimental sobre el tipo de herencia de la tasa de crecimiento. La mayoría de los resultados coinciden en que al menos parte de las diferencias observadas en dicho carácter son heredables, su base genética es poligénica, algunos genes vinculados con el mismo están ligados al sexo, se ha constatado heterosis, especialmente para pesos corporales tempranos, y la ganancia de peso puede ser modificada por selección. En relación al modelo de Gompertz, el mismo ha sido ampliamente utilizado por el grupo de trabajo de la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario para el ajuste de datos peso-edad de pollos camperos (Librera y col., 2003; Dottavio y col., 2007; Dottavio y col., 2013) resultando, en todos los casos, una herramienta adecuada tanto con fines descriptivos como comparativos vinculados con el patrón dinámico de modificación del peso corporal.

Además del peso corporal, se dispone de otros indicadores de crecimiento basados, por ejemplo, en el registro de medidas lineales. Si bien este tipo de mediciones presentan como ventaja que sus valores se ven menos afectados que el peso por la acción de factores ambientales presentan el inconveniente que su determinación es más dificultosa y tiempo demandante que el simple uso de una balanza. Entre dichas medidas se encuentran la longitud de la quilla y la longitud del tarso las que han sido reconocidas como buenos predictores del tamaño corporal de las aves (Senar y Pascual, 1997). Rigonatto y col. (2011), por ejemplo, utilizaron la longitud del tarso a las 21 semanas de edad para evaluar el crecimiento de dos sintéticas maternas destinadas a la producción de pollos Campero INTA.

Como se mencionó anteriormente en relación con su trascendencia a la madurez sexual, la uniformidad en peso corporal es un factor de clara importancia productiva en tanto es una característica del lote como un todo y las prácticas de manejo están dirigidas al conjunto de las aves y no a cada una de ellas en forma individual de manera tal que a mayor uniformidad mejor respuesta a las diversas intervenciones implementadas. En relación con esta característica Pettite y col. (1981) estudiaron el efecto de la separación temprana por peso corporal y la adecuación del contenido proteico de la dieta sobre el peso corporal promedio y la uniformidad para peso corporal a las 20 semanas de edad en reproductoras pesadas. Las aves se mantuvieron con un manejo común hasta las 4 semanas de edad momento a partir del cual se dividieron en tres grupos de acuerdo con su peso corporal –livianas, intermedias y pesadas- con redistribuciones de acuerdo al peso corporal a las 8, 12 y 16 semanas de edad. Los tres grupos recibieron respectivamente raciones con 17%, 15% y 13% de proteína. Si bien no se observaron diferencias en el peso corporal promedio entre las aves separadas en grupos por su peso temprano y alimentadas con dietas con niveles variables de proteína y aquellas criadas como un único grupo y alimentadas con una dieta con el 15% de proteína, las primeras presentaron mayor uniformidad entre las 8 y las 20 semanas. Los autores atribuyeron las diferencias de uniformidad a la adecuación del nivel proteico de la dieta al peso corporal del grupo y concluyeron que la separación de las futuras reproductoras por su peso corporal previa al inicio de su restricción se traduce en lotes de mayor uniformidad a las 20 semanas de edad. Pettite y col. (1982), por su parte, estudiaron el efecto de la uniformidad en peso corporal de reproductoras pesadas bajo dos tipos de alojamiento -en jaulas individuales o a piso- durante 28 semanas y observaron que, durante las 10 primeras semanas de producción el grupo de mayor uniformidad mostró una producción de huevos significativamente superior al grupo de baja uniformidad si bien la uniformidad inicial no afectó la producción acumulada de huevos, el peso del huevo, la fertilidad ni la mortalidad.

El principal producto derivado de la actividad avícola de postura es el huevo. Una cuestión de fundamental trascendencia vinculada con la salida del sistema productivo es la posibilidad de modelizar la curva de producción de los lotes de gallinas ponedoras. La importancia del estudio de la curva de postura reside en que si bien los caracteres de trascendencia económica tomados en cuenta con fines de mejoramiento en este tipo de aves no sólo han aumentado en número sino que también se han ido modificando con el paso del tiempo, el principal carácter ha sido siempre la producción de huevos por ave alojada

(McMillan y col., 1990; Arthur y Albers, 2003). La posibilidad de predecir la producción de huevos resulta de importancia en los sistemas productivos dado que su objetivo final es maximizar su valor y, a tal fin, los diversos modelos matemáticos disponibles representan una herramienta valiosa. Desde un punto de vista matemático las curvas de postura pueden ser divididas en tres fases. La primera fase presenta pendiente positiva y comprende desde la puesta del primer huevo hasta que el lote alcanza el pico de postura. La segunda fase está definida por el pico de postura en sí mismo que representa la máxima proporción de huevos recolectados. La tercera fase, de pendiente negativa, representa la persistencia de la postura y se extiende desde el pico hasta que se da por finalizado el ciclo productivo (Fialho y Ledur, 1997; Grossman y col., 2000). Este comportamiento particular posibilita el estudio por separado de la primera y de la tercera fase mediante sendos ajustes lineales (Advínculo y col., 2016a), mientras que la descripción de la curva en su totalidad requiere de un ajuste no lineal (Advínculo y col., 2016b). El uso de modelos matemáticos para el ajuste de las curvas de producción de huevos (curvas de postura) permite no solo caracterizar a las poblaciones sino también, como se mencionó previamente, hacer predicciones acerca de su comportamiento (Adams y Bell, 1980). Estas predicciones resultan de utilidad en el marco del mejoramiento genético en tanto aquellas basadas en registros parciales posibilitan la selección temprana de las aves (Bindya y col., 2010). Los modelos no lineales han sido ampliamente utilizados para ajustar curvas de postura (Cason y Ware, 1990; Miyoshi y col., 1996; Narushin y Takma, 2003; Savegnago y col., 2011b; Savegnago y col., 2012). La mayoría de dichos modelos presentan parámetros con significado biológico que permiten resumir en unos pocos valores las propiedades de la curva en su totalidad. Algunos de estos modelos, sin embargo, como es el caso del modelo de Wood (Wood, 1967) resultan inapropiados en tanto no son capaces de cambiar abruptamente el signo de la pendiente entre las fases primera y tercera cuando el ajuste se efectúa en función de la edad cronológica de las aves (Congleton y col., 1981). A ello se suma que los parámetros de la función de Wood no presentan significado biológico (Yang y col., 1989). La función gamma incompleta, generalmente conocida como modelo de Wood no fue desarrollada originalmente para la descripción de la curva de postura de la gallina sino para la producción de leche en la vaca. McNally (1971) observó la similitud entre ambos procesos y adoptó el modelo para describir la nueva situación. El modelo compartimentalizado se utilizó originalmente para describir la postura diaria en *Drosophila melanogaster* (McMillan y col., 1970a,b). Gavora y col. (1971) aplicaron el modelo al caso

particular de la postura en la gallina con resultados aceptables. Timmermans (1973) informó que esta ecuación, aún con algunas limitaciones, daba un buen ajuste de los datos observados cuando la postura se registraba en un ambiente uniforme. El uso de un modelo no lineal adecuado posibilita llevar a cabo no solo la descripción de la curva de postura de un grupo de aves en particular mantenidas en una situación productiva determinada sino que también permite la comparación de las mismas ante diferentes situaciones de naturaleza genética (origen genético de las poblaciones, respuesta a la selección) o ambiental (modificaciones en el manejo). Si bien la producción de huevo por gallina alojada es el criterio de selección más importante aplicado en las poblaciones de gallinas ponedoras (Arthur y Albers, 2003), los valores actuales en el pico de postura son muy altos por lo que es de esperar solo una mínima mejora de los mismos. Por esta razón el énfasis, desde el punto de vista de la presión de selección, se ha desplazado a la búsqueda de una mayor persistencia de la curva (Preisinger, 1998) planteándose, para los sistemas intensivos de producción de huevos, poblaciones capaces de producir 500 huevos en ciclos continuos de 700 días, sin mudar (van Sambeek, 2010). Además de las diferencias de base genética, la curva de postura se ve afectada por cuestiones ambientales como ser, por ejemplo, el manejo de la alimentación en función del esquema de asignación de nutrientes. De las diferentes fases que comprenden el ciclo de producción de huevos -cría, recría, pre-reproducción y reproducción- el manejo aplicado durante las dos primeras determina, en gran medida, el comportamiento de las reproductoras en las últimas afectando el número de huevos obtenidos por gallina alojada. Una vez alcanzado el pico de postura ya se ha moldeado el patrón reproductivo de cada ave por lo que las decisiones de manejo posteriores tienen poco efecto sobre el rendimiento productivo del lote (Rigonatto y col., 2011) y sólo deben respetarse los requerimientos de mantenimiento (principalmente nutrientes, horas de luz). En trabajos realizados en reproductoras pesadas tipo Campero INTA (Sindik y col., 2010) se ha observado 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.

Las curvas de postura presentan información referida al número de huevos los que pueden presentar diferentes pesos. El peso del huevo es un carácter de indudable importancia económica en avicultura tanto para productores como para consumidores y, como tal, forma parte de los principales objetivos de mejoramiento genético (Savegnano y col., 2011a; Yi y

col., 2014). Hace ya más de 25 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%. De igual modo, aproximadamente en la misma época, Wilson (1991) estimó, 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. Esta información pone de manifiesto 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.

Esta variable, si bien de fácil medición, 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 tamaño óptimo que pueda ser generalizado a todo tipo de mercado en tanto, a nivel internacional, las preferencias de los consumidores varían entre regiones (Koelkebeck y col., 2001; Yi y col., 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 de reducirlo en ausencia de selección artificial.

En el caso de las gallinas reproductoras el peso del huevo es uno de los múltiples factores a atender en relación con su incubabilidad, con valores recomendados comprendidos dentro del rango de 52 a 68 g. Yuño y col. (2013) mencionan un estándar de 56,2-68,4 g para la línea genética comercial Cobb 500. Nordskog y Hassan (1971) compararon los efectos relativos de la depresión por endogamia 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. Se ha demostrado (Strong y Nestor, 1980) que los huevos de gran tamaño, dado su mayor porcentaje de albumen, no son compatibles con una buena incubabilidad. Además, estos huevos presentan una menor superficie relativa de cáscara lo que puede representar 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 relación del

peso del huevo con el éxito del proceso de incubación artificial se mide en términos del número de pollitos viables de un día obtenido a la finalización del mismo, con el tamaño y la calidad del pollito al nacimiento y con su crecimiento posterior (Wilson, 1991; Shalev y Pasternak, 1995; Nangsuay y col., 2011). La fuerte asociación positiva entre el peso del huevo puesto a incubar y el peso del pollito nacido del mismo 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 y col., 1997; Vieira y Moran, 1998b) como en aquellos casos en que los huevos de diferente peso provenían de gallinas de la misma edad (Vieira y Moran, 1998a; Lourens y col., 2006). Morris y col. (1968) evaluaron los efectos del peso del huevo incubable dentro de un rango de 44 a 58 g y no observaron ninguna tendencia significativa sobre la fertilidad ni sobre la incubabilidad para pesos por encima de los 47 g y 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. Pinchasov (1991) estudió el efecto del peso del huevo sobre el crecimiento de los pollitos en los primeros 18 días post-eclosión y observó una estrecha correlación ($r = 0,71$) 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 el crecimiento post-eclosión la que se tornó no significativa hacia el 5° día de vida concluyendo, a diferencia de lo mencionado por Morris y col. (1968) que 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 peso corporal. De acuerdo con Gilbert y col. (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 un ave que produjera un huevo de tamaño óptimo desde el inicio 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 y col., 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. El

mismo patrón dinámico mostrado por la gallina doméstica ha sido descrito en otras especies aviares de interés productivo (Shalev y Pasternak, 1993). Este comportamiento refleja los cambios en el peso corporal de las aves en función de la edad (Di Masso y col., 1994; 1998; Dottavio y col., 2001b) y se ve afectado por numerosos factores tales como el genotipo, la estación del año y el consumo de nutrientes (Adams y Bell, 1998). De acuerdo con Wehrli y Nordskog (1983), en trabajos realizados con gallinas ponedoras, además de los efectos genéticos, los aumentos en el peso de los huevos entre los 210 y los 300 días de edad están muy afectados por factores ambientales, entre los cuales pueden mencionarse el contenido de proteína y energía de la ración (Pearson y Herron, 1981) y el momento del estímulo lumínico (Ernst y Mather, 1992), entre otros. Si bien sería ventajoso contar con aves que durante su ciclo de postura alcanzaran rápidamente un adecuado tamaño del huevo con un rango limitado de variación posterior (Poggenpoel y Duckitt, 1988; Shalev y Pasternak, 1993; Yi y col., 2014), el patrón dinámico de este carácter es variable. Martines y col. (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 y col., 1983; Minvielle y col., 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 y col., 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 y col., 1997; Dottavio y col., 1998). Martínez y col. (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 del modelo de Weatherup y Foster. 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 y col. (2014) evaluaron el patrón dinámico del peso del huevo de dos cruzamientos experimentales de tres vías de ponedoras camperas –Campero Casilda y Campero Pergamino- 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.

Además de la caracterización dinámica del peso del huevo, vinculada con la necesidad de alcanzar rápidamente valores comercialmente rentables y sostenerlos a lo largo del ciclo de puesta, son también habituales los estudios transversales del carácter. Los mismos no requieren efectuar muestreos repetidos durante todo el ciclo productivo como si resulta imprescindible en el caso de los estudios longitudinales. Los experimentos genéticos en aves de postura que estudian el comportamiento del peso del huevo durante un proceso selectivo o en la progenie de diferentes cruzamientos incluyen, por lo general, estimaciones del valor promedio a edades determinadas o en momentos dados del ciclo. Generalmente el peso se estima pesando una muestra de los huevos puestos por todas las aves cuando éstas tienen entre 30 y 40 semanas de edad, y el peso maduro muestreando entre las 60 y 70 semanas de edad optando, por una cuestión de practicidad, por una descripción estática de un carácter eminentemente dinámico en tanto el mismo, como se mencionó previamente, experimenta modificaciones con la edad de la gallina.

Wolc y col. (2012) estudiaron, mediante técnicas de biología molecular, la arquitectura genética del carácter peso del huevo en una línea comercial de ponedoras de huevos castaños, tanto en lo referente al valor promedio de los mismos como a su variabilidad. Como resultado de sus trabajos detectaron un QTL en el cromosoma 4 que explicaba un 30% de la variancia genética para el valor promedio y un 16% de dicha variancia para el desvío estándar del peso del huevo en momentos determinados del ciclo de postura. Asimismo identificaron otras

regiones asociadas con el peso promedio del huevo, si bien con menores efectos, ubicadas en los autosomas 5, 6, 8, 20, 23, 28 y en el cromosoma sexual Z y una región del cromosoma 13 asociada con la variabilidad en el peso de los huevos entre las 26 y las 28 semanas de edad. Ello le permitió definir la arquitectura genética de los caracteres analizados en términos de un número limitado de regiones genómicas con gran efecto sobre los mismos a las que se suman múltiples regiones con pequeños efectos de naturaleza poligénica, a la vez que proponer al QTL identificado en el cromosoma 4 para su utilización en programas de selección asistida por marcadores destinada a modificar tanto el peso promedio del huevo como la variabilidad del carácter. La detección de un QTL en el cromosoma Z presenta otras implicancias. Cuando el desempeño económico de las aves de postura está afectado por genes localizados en el cromosoma sexual Z, la progenie del cruzamiento entre machos de la estirpe A por hembras de la estirpe B puede tener diferente producción que la progenie proveniente del cruzamiento recíproco (machos de la estirpe B por hembras de la estirpe A). De acuerdo con Fairfull (1990), dado que en la especie *Gallus gallus domesticus* el cromosoma Z es grande y porta muchos genes, los efectos recíprocos son por lo general importantes pudiendo, para ciertos caracteres, superar incluso en magnitud a los efectos heteróticos.

Si bien el registro del peso del huevo es simple de realizar y presenta como ventaja el no requerir la destrucción del mismo (Wilson y Suárez, 1993), dos razones por las cuales ha sido ampliamente utilizado como indicador de tamaño, en ocasiones es por sí solo insuficiente para definir sus características externas. Una segunda cuestión a considerar en este sentido es la forma del huevo. En la actualidad, el envasado automático de los huevos requiere que los mismos presenten la mayor uniformidad posible tanto en la que se refiere a su tamaño como a su forma, característica que también es requerida por los consumidores. La uniformidad en el peso y en la forma del huevo puede evaluarse a partir del comportamiento del coeficiente de variación para dichos caracteres en diferentes edades del ciclo de postura (Yi y col., 2014) utilizando el mismo indicador de uniformidad interna propuesto para el peso corporal (Toudic, 2009).

El contenido del huevo –yema y albumen- está delimitado por una cáscara rígida que le otorga forma al continente. La forma del huevo es el resultado de la particular asociación entre su largo y su ancho la que no obedece a cuestiones de naturaleza estética sino a razones de índole biológica y mecánica. Entre las primeras pueden mencionarse dos: una de naturaleza anátomo-fisiológica y otra de naturaleza adaptativa. El huevo se forma en la

porción del oviducto conocido como istmo por lo que se ha postulado que su aspecto resulta de la acción de la capa muscular a lo largo de su eje longitudinal, dado que si se formara flotando bajo condiciones neutras, adoptaría una forma esférica. Otra explicación es que la forma de los huevos de las aves tiende a hacer más eficiente el proceso de incubación natural al asegurar una disposición de los mismos en el nido que permite una mejor utilización de la porción del cuerpo del progenitor que incuba y a través de la cual se trasmite el calor necesario en el proceso (Andersson, 1978). La razón de tipo mecánica, por su parte, favorece la forma esférica en tanto la misma proveería al huevo no sólo de la mayor resistencia a la rotura ante la acción de fuerzas exógenas sino que también aseguraría un mejor intercambio gaseoso entre el embrión y el ambiente externo (Bain y Solomon, 1991). El largo del huevo, en ocasiones denominado altura, es la porción de mayor longitud externa, mientras que su ancho es la porción de menor longitud externa (Abanikannda y col., 2007). Típicamente, los huevos de las aves son simétricos respecto de su eje longitudinal y presentan uno de sus extremos menos redondeado que el otro (Barta y Székely, 1997). Aun preservando este patrón general, la forma del huevo varía notoriamente entre diferentes especies de aves.

La forma del huevo de las gallinas ha sido estudiada en relación con la resistencia a la rotura por McRae y Duff (1969) los que, a partir de la observación que los huevos presentan una zona de fractura localizada a nivel del máximo radio de curvatura meridional, propusieron modificaciones en el método de sostener a los mismos durante el transporte.

Habitualmente la variable “forma” del huevo se torna operativa a partir del cálculo del denominado “índice de forma” que surge del cociente entre el ancho y el largo (Lerner, 1964), medidos ambos con la ayuda de un calibre. Altuntas y Sekeroglu (2008) determinaron que la mayor fuerza necesaria para romper huevos de diferente forma correspondía a aquellos con altos valores del índice (> 76), es decir huevos redondeados, evaluados a baja velocidad de compresión (0,33 mm/seg), en coincidencia con lo mencionado previamente en relación a la cuestiones mecánicas vinculadas con este carácter. Coincidentemente, Mašić y col. (1972) estudiaron el índice de forma y la deformación de la cáscara del huevo a intervalos semanales a lo largo de 45 semanas durante el ciclo de postura y observaron una fuerte asociación negativa entre ambos por lo que a mayor valor del índice (huevos más redondeados) es de esperar una menor deformación de la cáscara.

La limitada precisión propia de una variable derivada que surge por cálculo a partir de otras dos variables, cada una de ellas medidas con error, así como la lentitud del proceso

requerido para su cálculo y posterior aplicación en planes de mejoramiento a gran escala ha llevado al diseño de un instrumento específico (Reid y col., 1975) que mide con precisión y en forma simultánea el largo y el ancho de cada huevo y muestra el valor del índice de forma en un visor digital, con el fin de automatizar los procedimientos de medición.

La ocurrencia de fracturas en los huevos depende de la resistencia local de la cáscara, que es función del espesor de la misma y de su curvatura, es decir, de la forma del huevo, lo que transforma a esta última en un interesante criterio de selección ante lo cual el mejorador requiere de un método rápido y seguro para determinarla. Basados en ello, Carter y Jones (1970), propusieron una ecuación basada en nueve mediciones registradas en la cáscara. De acuerdo con estos autores, la automatización de estas mediciones mejoraría la eficiencia de la selección por el tamaño y, a la vez, por la forma de los huevos.

Nikolova y Kocovski (2006) informaron efectos significativos de la edad y la estación del año sobre el índice de forma del huevo registrado a intervalos semanales durante el ciclo de postura, en ponedoras Isa Brown. Los huevos puestos al inicio presentaron forma más redondeada (mayor índice de forma) que los huevos puestos sobre el final del período de registro. Por su parte, los huevos puestos en invierno fueron más redondeados que aquellos puestos en otoño y en verano.

Con respecto a la relación entre la forma del huevo y su incubabilidad Narushin y Romanov (2002) remarcan el hecho que en tanto la forma no cambia a lo largo del proceso de incubación es necesario que los huevos puestos a incubar cumplan con los requisitos necesarios desde el inicio del mismo evitando la inclusión de huevos deformes que pueden afectar la rotación del embrión en su interior e incluyen referencias según las cuales los huevos redondeados tienen menor éxito en la incubación. Oleforuh-Okoleh (2016) observó correlaciones negativas y significativas entre la incubabilidad de los huevos y el peso y la forma de los mismos en función de las que puede predecirse una menor incubabilidad de los huevos grandes y redondeados.

La clasificación de los huevos en categorías cualitativas o cuantitativas según diferentes criterios comerciales permite incluir otras cuestiones en la caracterización de los mismos por su forma y su tamaño. Un primer aspecto a considerar se vincula con la variabilidad en el peso del huevo como indicador de su tamaño. Si bien el peso promedio de los huevos puestos por un lote de gallinas es un indicador de utilidad para predecir la probable clasificación de los mismos en diferentes categorías de tamaño, también resulta necesario conocer la

variabilidad de dichos pesos con respecto al valor promedio. La presión de selección aplicada con el objetivo de aumentar el peso de los huevos también modificó la distribución de tamaño de los mismos (Akbar y col., 1983; Jones y col., 2001). A este respecto puede mencionarse el ejemplo planteado por Rose (1997) y aplicable a las regulaciones propias de los EEUU y de Canadá que consideran la categoría de huevos extra-grandes en la que se incluyen todos aquellos huevos con un peso de al menos 63,8 g. Si a una edad dada un lote pone huevos con un peso promedio de 61,7 g y un desvío estándar de 6,35 g puede predecirse que aproximadamente un 37% de los huevos clasificarán como extra-grandes mientras que, un segundo lote que ponga huevos con el mismo peso promedio y un desvío estándar de 3,50 g sólo tendrá un 27 % de dichos huevos en la categoría mencionada. Esta situación es igualmente aplicable si se utiliza la clasificación de los huevos por su tamaño en Argentina de acuerdo a las especificaciones mencionadas en las normativas de SENASA (http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/normativas/archivos/anexo_huevos.pdf) que considera huevos Grado IS o extra-grandes a aquellos con un peso de 62 gramos por unidad o 744 gramos por docena. Esta cuestión tiene diferentes connotaciones según se trate de huevo para consumo o de huevos incubables en tanto el tamaño se relaciona con preferencias de los consumidores en el primer caso y con la incubabilidad en el segundo.

Una segunda cuestión se relaciona con el contenido de yema y albumen de los huevos de igual categoría comercial. 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. Estas asociaciones han mostrado, sin embargo, comportamientos particulares. Akbar y col. (1983), por ejemplo, las estudiaron en líneas de raza Leghorn seleccionadas por producción de huevos y en sus respectivas poblaciones control, a distintas edades y bajo diferentes condiciones nutricionales. Observaron diferente respuesta en la composición interna de los huevos clasificados como “grandes” ante una modificación del nivel proteico de la dieta, un efecto no evidente en el caso de los huevos de categoría “extra-grande” y “medianos”. Dentro de cada categoría de tamaño informaron un aumento del contenido de yema y una disminución del contenido de albumen con la edad de las gallinas como así también que los huevos provenientes de las poblaciones control presentaban menor contenido porcentual de albumen y mayor contenido porcentual de yema que las líneas seleccionadas diferencias atribuidas a la presión de selección ejercida para aumentar el tamaño de los huevos en estas últimas.

Una tercera cuestión se relaciona con los efectos de la forma del huevo sobre la categorización cualitativa de los mismos mediante clasificadores comerciales. Álvarez y col. (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 (RIR: Rhode Island Red), livianas (WL: White Leghorn) y extra-livianas de base poligénica (Fayoumi: F) y en los cruzamientos simples con madre F y padre RIR o WL. Acompañando a las diferencias en peso corporal, los tres genotipos parentales se diferenciaron en el peso promedio del huevo ($RIR > WL > F$). F y RIR no se diferenciaron en la forma de los mismos en tanto pusieron huevos más redondeados que WL. El peso del huevo mostró aditividad en el cruzamiento con padre WL y dominancia en el cruzamiento con padre RIR. La forma del huevo mostró desviación dominante en el sentido de F (huevos más redondeados) en el cruzamiento con WL y heterosis negativa en el caso del cruzamiento con RIR (huevos más redondeados que el promedio de las razas progenitoras). Los cruzamientos simples no se diferenciaron entre sí ni en el peso del huevo ni en su forma. Sin embargo, la categorización en un clasificador comercial mostró diferencias entre ambas combinaciones presentando el cruzamiento con padre WL mayor proporción de huevos grandes y menor proporción de huevos medianos. 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 F (huevos más redondeados) en el cruzamiento con padre WL en comparación con la heterosis negativa para el carácter (huevos más alargados) en el cruzamiento con padre RIR, una mayor proporción de los huevos puestos por los primeros clasifica en una categoría de mayor valor comercial. Resultados similares habían sido informados por Canet y col. (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 éstos 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 se utiliza este tipo de clasificadores para discriminarlos por su tamaño.

La producción de huevos persigue diferentes propósitos según se trate de aves reproductoras o de ponedoras. En relación con el primero de estos aspectos, el huevo de las aves es un sistema biológico complejo que ha evolucionado de manera tal de asegurar el bienestar del embrión y su desarrollo exitoso en un pollito viable. En el caso de la gallina doméstica, el desempeño de las reproductoras es un factor determinante del éxito de las empresas comerciales para producir la mayor cantidad posible de pollitos BB al mínimo costo (Narushin y Romanov, 2002). En la avicultura moderna los huevos puestos por las reproductoras se incuban en forma artificial. Entre los múltiples factores que afectan la incubabilidad de los huevos pueden mencionarse la forma y el tamaño de los mismos, con un rango de pesos recomendado en las guías de manejo que oscila entre los 52 y los 68 gramos (Wilson, 1991), diferencia aceptada según se destinen para obtener ponedoras o pollos de engorde, respectivamente. Estos dos caracteres -tamaño y forma de los huevos incubables- si bien se encuentran determinados genéticamente también se ven afectados por variables ambientales (Nikolova y Kocovski, 2006). Como se mencionó previamente, el peso es el indicador más utilizado para caracterizar el tamaño y representa, además, el principal factor determinante del peso del pollito al nacimiento mientras que la forma se vincula con la resistencia a la rotura. Además, la uniformidad del tamaño y la forma de los huevos destinados a incubarse, son dos requisitos importantes por su vinculación con un calentamiento parejo de los mismos, una ventana de nacimiento adecuada (Boerjan, 2015) y, por ende, con el éxito global del proceso (Cobb Vantress, 2013).

Retomando la idea del huevo como sistema altamente integrado cabe mencionar que los componentes de dicho sistema –su peso, forma, composición interna, espesor de la cáscara, etc.- muestran múltiples interconexiones razón por la cual cualquier anomalía en alguno de ellos puede hacer colapsar su principal función biológica que es la de suministrar las mejores condiciones para el embrión (Narushin y Romanov, 2002). El desarrollo del embrión empieza con la fertilización que tiene lugar en el oviducto por lo que, en el momento de la oviposición,

el mismo puede llevar hasta un día, dependiendo del tiempo transcurrido entre ambos eventos: fertilización y oviposición. La incubación es un proceso a partir del cual a partir de un huevo fértil, bajo ciertas condiciones ambientales -temperatura, humedad, ventilación, volteos- nace un pollito viable. El manejo que se le dé a ese huevo fértil, en el que ya a comenzado la proliferación mitótica en tanto es portador de un embrión de 256 células (Antruejo y col., 1996), es de gran importancia para poder conservarlo viable y llevar el proceso a buen término. Evidentemente no todos los huevos puestos por las reproductoras son aptos para su incubación. En este sentido, existe consenso acerca de que no se deben incubar huevos deformes, quebrados, pequeños, redondeados, muy grandes o sucios, pues todos estos defectos afectan negativamente la calidad de la incubación como proceso y del pollito como producto (Ricaurte Galindo, 2005; Kamanli y col., 2010).

Se han informado diferencias entre líneas genéticas de reproductoras asociadas principalmente con el peso corporal de las aves y con el peso del huevo, como así también con la relación yema:albumen, el espesor de la cáscara y el tiempo de incubación de los huevos (Abudabos, 2010). Yuño y col. (2013) evaluaron algunas características físicas del huevo incubable en relación a la edad del lote de reproductoras de la línea genética comercial Cobb 500 y observaron una relación lineal negativa y significativa entre el porcentaje de nacimientos y la edad de las aves atribuible a cambios en la composición de los huevos en tanto el aumento del tamaño del huevo no es seguido por un incremento del peso y mineralización de su cáscara, con incremento de la mortalidad. Satisfacer adecuadamente los requerimientos biológicos del embrión, evita que la incubabilidad se vea afectada y, como consecuencia, que se alteren los patrones de pérdidas embrionarias. Existen dos etapas críticas durante el proceso de incubación de un huevo fértil: el inicio y el final, que pueden comprometer al embrión y aumentar la mortalidad (Sandoval y col., 2005) y pueden ser puestas en evidencia mediante una adecuada embriodiagnos.

La embriodiagnos es una práctica que consiste en abrir y evaluar una muestra representativa de los huevos no eclosionados al finalizar el proceso de incubación. Ello posibilita no sólo determinar su condición de fértiles o infértiles sino también la edad a la que se produjo la muerte embrionaria y especular acerca de las posibles causas de la misma: manejo del huevo fértil, nutrición de la reproductora, baja calidad del huevo puesto a incubar, errores en el volteo, temperatura y/o humedad en las maquinas incubadoras o nacedoras. (Sardá Jova y Vidal Pavón, 2003; Ricaurte Galindo, 2005; Sandoval y col., 2005). Su

implementación rutinaria permite estimar los valores de infertilidad o fertilidad verdadera, dado que al llevar a cabo la transferencia de la incubadora a la nacedora se realiza el proceso de ovoscopia, momento en el cual se descartan huevos aparentemente infértiles, y que al momento de la embriodiagnosia puede comprobarse que en realidad corresponden a casos de mortalidad embrionaria temprana, al igual que en huevos con embriones pequeños, que puede comprobarse la edad de muerte. La aplicación de esta rutina de control del proceso, al asignar las pérdidas totales a diferentes fases del desarrollo embrionario -temprana, entre el día 0 y 4, intermedia, entre los 5 y los 17 días o tardía entre 18 y 21 días- posibilita determinar las causas involucradas y buscar una solución preventiva tendiente a evitar la reiteración del problema.

Otro elemento a considerar en la evaluación productiva de gallinas reproductoras o destinadas a postura es su capacidad de sobrevivir frente a los desafíos de un ambiente en mayor o menor medida artificial. La mortalidad es un evento inherente a todo tipo de producción animal. La misma constituye un carácter de trascendencia cualquiera sea la especie de interés productivo así como el sistema de manejo involucrado que se considere en tanto presenta consecuencias económicas obvias. Entre dichas consecuencias pueden mencionarse el aumento de los costos derivados del reemplazo de animales como así también la disminución de la productividad del sistema. Si bien en el caso de la producción comercial de huevos no hay costo de reposición porque los individuos que mueren no son reemplazados sino que todas las aves son descartadas simultáneamente al finalizar el ciclo de postura para ser reemplazadas por un nuevo lote, la tasa de mortalidad debe mantenerse dentro de valores mínimos o, lo que es equivalente, debe maximizarse la tasa de supervivencia. En el transcurso del tiempo comprendido entre el ingreso a producción y el descarte final se producen pérdidas de individuos atribuibles a diferentes causas entre las que se pueden mencionar enfermedades infecciosas y no infecciosas, accidentes, canibalismo, etc. Estas pérdidas no sólo presentan consecuencias económicas para el productor -en tanto el principal indicador utilizado es la producción de huevos por gallina alojada al inicio del ciclo por lo que la pérdida de aves por muerte o bien por refugio impacta negativamente sobre los valores del mismo- sino que, además, deben ser interpretadas como un indicador de desajustes en el manejo general del sistema de producción vinculado directamente con el bienestar animal (Ducrocq y col., 2000).

De acuerdo con Shittu y col. (2014), entre los diferentes factores de riesgo a los que están expuestas las gallinas ponedoras y que comprometen su supervivencia pueden

mencionarse las condiciones ambientales extremas, los brotes de patologías diversas de naturaleza tanto infecciosa como no infecciosa, pobres condiciones de bioseguridad, vacunaciones insuficientes, tratamientos inadecuados, pollitos de baja calidad, prácticas de manejo incorrectas, problemas vinculados con la dieta y una variedad de accidentes no intencionales.

En avicultura, las tasas de mortalidad son habitualmente bajas. Se ha mencionado (Preisinger, 1998) que, bajo condiciones controladas, la tasa promedio de mortalidad en ponedoras se encuentra por debajo del 5,2% por año de producción y que la misma tiende a aumentar (Bierdermann y col., 1997). Entre las causas esperables de aumento de la mortalidad se menciona la prohibición del corte de pico que aumenta el riesgo de pérdidas por picaje. Altahat y col. (2012) informan los siguientes valores de tasa de mortalidad para gallinas ponedoras discriminados por etapa del ciclo de producción: 4% hasta las 8 semanas de edad, 15% entre las 8 y las 20 semanas y 12% entre las 20 y las 72 semanas de edad, con valores promedio para los lotes entre 20 y 25%. Estos porcentajes deben ser considerados a lo largo del tiempo y no en un momento puntual, dado que podrían ser indicadores de problemas sanitarios serios y por ende de denuncia obligatoria al SENASA (SENASA 2010, Res. 542/2010). Para pollos parrilleros se informan valores cercanos al 5% y, al igual que lo mencionado para ponedoras, se prevé un aumento de dicho valor debido, en este caso, al impacto de la ascitis y el síndrome de muerte súbita (Ducrocq y col., 2000).

Si bien se han hecho intentos por seleccionar, directa o indirectamente, por una menor mortalidad dicha estrategia no ha sido efectiva (Preisinger, 1998) en tanto las estimaciones de la heredabilidad de la mortalidad de aves alojadas individualmente en jaulas es prácticamente nula (Flock, 1996) como es de esperar para un carácter estrechamente vinculado con la eficacia biológica. El mejoramiento de este carácter representa un verdadero desafío para los genetistas en tanto sus bajos valores dificultan reconocer diferencias de trascendencia entre familias y por representar en sí mismo un fenotipo complejo que surge del agregado de múltiples caracteres individuales. Esta última condición se vincula, por ejemplo, con las respuestas correlacionadas indeseables derivadas de la selección por caracteres de trascendencia productiva y que impactan directamente sobre las aves como son los conocidos ejemplos de las alteraciones cardiovasculares, respiratorias y del esqueleto descritas en aves de carne y los problemas óseos derivados de los elevados requerimientos de calcio por parte de las aves de postura (Whitehead y col., 2003). La condición de “carácter agregado” propia

de la mortalidad por la cual cada una de las múltiples causas de muerte representa un carácter en sí mismo, lo torna altamente dependiente de las condiciones ambientales, razón por la cual las causas de mortalidad que afectan a los reproductores son, al menos en parte, diferentes de aquellas que afectan a los lotes en producción. Mientras que bajo las condiciones controladas de las granjas de reproductores la mortalidad se asocia principalmente a la acción de patógenos particulares, el alojamiento de las aves en producción en jaulas colectivas se traduce en heridas por agresiones y canibalismo que comprometen su supervivencia.

El análisis de supervivencia es una técnica estadística que permite estimar el lapso que un individuo sobrevive, o el tiempo transcurrido hasta que ocurre un determinado evento ya sea éste la muerte del animal o su refugio (Ducroq y col., 2000). El mismo puede utilizarse tanto con fines descriptivos como comparativos, brindando una visión dinámica de dichos eventos en vez de recurrir a un valor único característico del ciclo como un todo.

Por último, una de las cuestiones a resolver en la producción comercial de huevos es el destino de las aves una vez que han finalizado su ciclo productivo. Por disposición de SENASA (SENASA 2013, Disp. 03/2013) estas aves deben ir a faena, si bien el precio de comercialización para gallinas ponedoras es muy bajo, por considerarlas aves de descarte con muy bajo peso y mala condición corporal.

A lo largo de los años los especialistas han desarrollado técnicas especialmente diseñadas para caracterizar la condición corporal de diversas especies de interés productivo tales como caballos (Henneke, 1985), vacas lecheras (Edmonson y col. 1989), ovejas (Orr y col., 1986) y aves para carne (Frischknecht y Jull, 1946), entre otras. Independientemente de la especie en cuestión, dichas escalas han sido utilizadas con la finalidad de evaluar la adecuación de los programas de alimentación aplicados y determinar potenciales requerimientos futuros, para monitorear el estado sanitario de los animales, como así también para evaluar la efectividad de las rutinas de manejo y el bienestar de las poblaciones productivas (Gregory y Robins, 1998).

La condición corporal de las reproductoras pesadas se relaciona con el desarrollo esquelético cuando se la estudia en la etapa pre-productiva del ciclo (Abad y Saravia, 2014) y con la distribución muscular cuando se la determina en las aves de descarte al finalizar el ciclo productivo, 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).

Con respecto a la etapa pre-productiva del ciclo, y tal como se mencionó previamente, 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, un lote uniforme en su condición corporal en tanto 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 corporal como en condición corporal hay que 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 la etapa de aves de similar condición corporal que al inicio de la misma.

El destino final de las ponedoras livianas y de las reproductoras una vez que se ha dado por concluido su ciclo representa, en ocasiones, un problema, tanto económico como ambiental, debido al volumen de material biológico en juego y los costos asociados de mano de obra y transporte. Ante el mismo se han utilizado soluciones diversas como la elaboración de alimentos balanceados para aves de postura (Scheideler, 1995) y de pollos para carne (Haque y col., 1991; Lyons y Vandepopuliere, 1995) o diversos alimentos procesados para consumo humano como es el caso de salchichas (Lee y col., 1997; Trindade y col. 2004; Souza y col. 2011), entre otros.

Con respecto a la condición corporal de esa gallina de descarte la misma está relacionada con su potencial valor carnicero que difiere según se trate de aves livianas o pesadas. En el caso de las ponedoras livianas la presión de selección dirigida a disminuir su peso corporal ha reducido concomitantemente la cantidad de carne comestible que es posible obtener de las mismas y los restos de fragmentos de hueso que suelen presentar debido a la fragilidad ósea de esas aves torna a su carne indeseable (Kersey y col., 1997). La carne de las aves de fin de ciclo es, por lo general, dura y su menor terneza se asocia con un aumento en su contenido de fibras de colágeno. Munira y col. (2006) estudiaron las características de la carcasa de gallinas de descarte de cuatro grupos genéticos de diferente peso corporal: White Rock, Plymouth Rock Barrada, Rhode Island Red y White Leghorn. A la finalización de ciclos de postura de igual duración las aves Rhode presentaron las mejores carcasas en términos de peso final mientras que las aves Leghorn fueron las de menor valor. Por cada gramo de aumento en el peso de la carcasa, la grasa abdominal se incrementó 0,214 g en

Plymouth Rock Barrada, 0,190 g en Rhode Island Red, 0,130 g en Leghorn y 0,059 g en White Rock.

En ciertos países en los que el consumo de proteína de origen animal por parte de la población se encuentra por debajo de las recomendaciones internacionales, la carne de aves destinadas originalmente a la producción de huevos -una vez que esta última se da por finalizada- representa un importante recurso, además de un ingreso adicional para el pequeño productor. Akinwumi y col. (2013) compararon la calidad de la carcasa y las características organolépticas de la carne de tres especies de aves -gallinas, gansos y codornices- destinadas a la producción de huevos en Nigeria y, si bien informaron mejores valores para rendimiento a la faena, sabor, ternez y jugosidad para las hembras de codorniz, la mayor aceptabilidad fundada en caracteres organolépticos correspondió a las razas locales de gallinas.

En el caso de la avicultura de traspatio y de los sistemas de producción planteados como alternativas al intensivo-industrial, además de su aptitud como ponedoras o reproductoras las hembras también tienen valor para la producción de carne como gallinas de descarte. La condición corporal de estas hembras una vez que disminuye su ovoposición y son reemplazadas por una nueva generación productiva, reviste entonces importancia particular dada la asociación entre ella y el potencial carnívor. La técnica propuesta por Gregory y Robins (1998) basada en la palpación de la pechuga permite categorizar la condición corporal de las gallinas en distintos momentos del ciclo de postura. La misma es simple de implementar y consiste en sostener al ave de ambas patas 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. Su aplicación a las gallinas de descarte, en estudios experimentales o en establecimientos productivos de pequeña escala, permite discriminarlas por su valor carnívor y darles a las mismas un valor agregado superior al que el mercado normalmente paga.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la factibilidad biológica de desarrollar un sistema de producción de huevos camperos que:

- (1) sea compatible con la producción simultánea de aves de carne (sistema multipropósito)
- (2) permita disminuir de cinco a dos el número de líneas genéticas suministradas por el núcleo a los centros multiplicadores,
- (3) optimice la capacidad de incubación del núcleo y de los centros multiplicadores,
- (4) permita disponer de un producto final más homogéneo,
- (5) satisfaga los requerimientos del Programa Pro-Huerta y
- (6) pueda representar una alternativa de diversificación para pequeños productores que preserve el bienestar animal.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el comportamiento en términos de caracteres reproductivos -producción de huevos y caracteres asociados- de las hembras de dos híbridos simples con 50% de genes Cornish como potenciales genotipos maternos del producto final de doble propósito, en comparación con las poblaciones Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Blanca habitualmente utilizadas con tal fin para la producción de las pollas híbridas autosexantes Negra INTA y Rubia INTA, respectivamente.

2. Evaluar el comportamiento como aves de postura -producción de huevo y caracteres asociados- y el valor carnicero de la gallina de descarte de las hembras de dos híbridos de tres vías con 25% de genes Cornish, en comparación con las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA.

3. Evaluar el comportamiento como aves de postura -producción de huevo y caracteres asociados- y el valor carnicero de la gallina de descarte de las hembras de las poblaciones derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples con 50% de genes Cornish, en comparación con las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Aves

Cruzamientos evaluados

Año I

- Híbrido simple Casilda CP producto del cruzamiento de machos Cornish Blanco por hembras Plymouth Rock Barrada
- Híbrido simple Casilda CR producto del cruzamiento machos Cornish Blanco por hembras Rhode Island Red
- Poblaciones testigo: aves contemporáneas Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Blanca, estirpes maternas de las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA respectivamente. La elección de estas dos razas como testigo se justifica porque las aves híbridas Casilda CP y Casilda CR se utilizarán como madres del híbrido de tres vías cuya aptitud como ave de postura se desea comparar con la de las alternativas Negra INTA y Rubia INTA, hoy disponibles.

Año II

- Híbrido de tres vías Casilda Don Manuel producto del cruzamiento de machos Plymouth Rock Barrado por hembras Casilda CR
- Híbrido de tres vías Casilda Doña Teresa producto del cruzamiento de machos Rhode Island Red por hembras Casilda CP
- Poblaciones testigo: aves contemporáneas de las ponedoras autosexantes Negra INTA (producto del cruzamiento de gallos Rhode Island Red por gallinas Plymouth Rock Barradas) y Rubia INTA (producto del cruzamiento de gallos Rhode Island Red por gallinas Rhode Island Blanca)

Año III

- Población Caseros I producto del cruzamiento de machos Casilda CP por hembras Casilda CR
- Población Caseros II producto del cruzamiento de machos Casilda CR por hembras Casilda CP
- Poblaciones testigo: aves contemporáneas de ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA

Producción de las aves

Las progenies de los cruzamientos mencionados se produjeron, en tres años consecutivos, en la Estación Experimental Agropecuaria “Ingeniero Agrónomo Walter Kugler” de INTA, en la localidad de Pergamino, provincia de Buenos Aires.

Para la producción de los cruzamientos experimentales utilizados en el primer año del estudio, 100 hembras de cada genotipo materno (Plymouth Rock Barrado y Rhode Island Red) fueron inseminadas artificialmente con un pool de semen proveniente de 30 gallos del genotipo paterno (Cornish Blanco).

Para la producción de los cruzamientos experimentales evaluados en el segundo año (cruzamientos de tres vías) y en el tercer año (cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples) del estudio, se utilizaron planteles a piso con una proporción de 11 gallos cada 100 gallinas, los que se rotaron cada 70 días.

La recolección de los huevos a incubar se llevó a cabo en cinco momentos del día, durante un máximo de 10 días, registrándose para cada uno de ellos el grupo genético de procedencia y la fecha de recolección. Los huevos se desinfectaron con una solución al 50% (P/V) de permanganato de potasio en formol al 40%, se clasificaron descartando aquellos rotos, deformes, sucios y de pesos extremos -dejando para incubar aquellos que se encontraban entre los 52 y 56 gramos- y se almacenaron a una temperatura de $15 \pm 1^\circ\text{C}$.

Manejo general

En los tres años consecutivos las aves utilizadas nacieron en el mes de abril.

El primer día de vida se sexaron por cloaca, a excepción de las ponedoras Negra INTA y Rubia INTA que se sexaron por el color del plumón y se vacunaron contra la enfermedad de Marek, Gumboro y Viruela (vacuna congelada), por vía subcutánea.

Las hembras se criaron a galpón, como un único grupo, hasta las 9 semanas de edad, con una densidad inicial de 15 aves por m^2 . Durante los primeros días de vida la temperatura ambiente del galpón se reguló en 33°C y luego fue disminuyendo paulatinamente a razón de tres grados por semana hasta llegar a 21°C .

Al cumplir las 9 semanas de edad 100 aves elegidas al azar de cada uno de los grupos genéticos se trasladaron a los corrales definitivos de postura, acondicionados con cama de viruta, donde permanecieron hasta la finalización del control de postura entre las 45 y las 50 semanas de edad.

Se trabajó con una densidad de cinco aves por m². Cada corral estuvo provisto de un nidial metálico de 24 bocas, dos bebederos tipo campana y tres comederos tolva de 18 kg de capacidad, para las aves alimentadas *ad libitum*. En el caso de las aves con restricción alimenticia, se trabajó con un comedero cada 15 aves como máximo, provistos de rejillas de exclusión para machos, de manera tal de asegurar que sólo las hembras tuvieran acceso al alimento.

Cuando las aves cumplieron 18 semanas de edad se agregaron en cada corral 11 gallos contemporáneos de la raza correspondiente al cruzamiento programado, los que fueron rotados cada 70 días.

Manejo nutricional

Durante su permanencia en el experimento las aves recibieron alimento balanceado, según la siguiente composición proximal según categoría:

Nutriente	Iniciador	Crecimiento	Prepostura	Postura
Proteínas (%)	18,00	15,37	16,00	15,58
Lípidos (%)	3,35	3,53	3,69	4,56
Ca (%)	0,90	0,90	2,60	3,42
P total (%)	0,77	0,69	0,64	0,60
P disponible (%)	0,47	0,37	0,39	0,35
Na (%)	0,17	0,16	0,16	0,14
EMA (kcal)	2.875	2.881	2.833	2.824
EMV aves (kcal)	3.100	3.100	3.060	3.050
Lisina (%)	1,000	0,677	0,867	0,844
Metionina (%)	0,464	0,313	0,316	0,396
Met + Cis (%)	0,780	0,600	0,600	0,670
Triptofano (%)	0,212	0,168	0,190	0,184
Treonina (%)	0,704	0,592	0,632	0,612
Arginina (%)	1,251	1,061	1,091	1,056

Los diferentes alimentos se suministraron según el siguiente detalle:

- Desde el nacimiento hasta la octava semana - alimento Iniciador, *ad libitum*
- A partir de la novena semana las aves Plymouth Rock Barrado, Rhode Island Blanco y las ponedoras autosexantes Negra y Rubia INTA continuaron *ad libitum* mientras que a las aves producto de los cruzamientos experimentales Casilda CP, Casilda CR, Casilda Don Manuel, Casilda Doña Teresa, Caseros I y Caseros II, con aporte de genes Cornish Blanco en su composición genética, se les restringió la oferta de alimento en base a su peso corporal para

prevenir la ocurrencia de problemas reproductivos vinculados a la obesidad (Pletsch y col., 2009).

- Entre las semanas 9 y 15 - alimento Crecimiento;
- Desde las 16 semanas y hasta que las aves alcanzaron el 5% de postura - alimento Prepostura
- A partir del 5% de postura y hasta la finalización del ciclo - alimento Postura.

En todos los casos el alimento se suministró a primera hora de la mañana.

La restricción aplicada se detalla a continuación:

Edad (sem.)	g/día	Edad (sem.)	g/día	Edad (sem.)	g/día	Edad (sem.)	g/día
9	50	20	83	31	107	42	126
10	51	21	86	32	109	43	128
11	55	22	89	33	111	44	130
12	56	23	91	34	113	45	132
13	56	24	93	35	115	46	134
14	60	25	95	36	117	47	136
15	64	26	97	37	117	48	138
16	58	27	99	38	117	49	140
17	72	28	101	39	120		
18	76	29	103	40	122		
19	80	30	105	41	124		

Manejo sanitario

Todas las aves recibieron un plan sanitario mínimo de acuerdo con el siguiente detalle:

Día 1	Marek - Gumboro + Viruela
Día 21	Combinada (Newcastle - Bronquitis – 1ª dosis)
Día 35	Laringotraqueitis
Día 49	Combinada + Gumboro (2ª dosis)
Día 70	Viruela + Encefalomiелitis
Día 91	Combinada (3º dosis)
Día 100	Antiparasitario y Coriza
Día 126	Cuádruple (síndrome de caída de postura, – Newcastle – Bronquitis – Coriza)

Manejo de la luz

Se utilizaron galpones abiertos razón por la cual el programa de iluminación se planteó considerando los cambios de luz natural. Todas las aves evaluadas nacieron a comienzos del otoño, con fotoperíodo decreciente, y maduraron en la primavera, con fotoperíodo natural creciente, tal como se detalla en la página siguiente.

Para prevenir el desarrollo precoz, se aplicó el siguiente plan de iluminación:

- Nacimiento a semana 3: luz natural
- Semana 3 a semana 15: luz constante de 11 horas diarias
- A partir de la semana 16 la luz se incrementó a razón de una hora por semana (20 minutos cada dos días) hasta completar las 16 horas diarias, valor que se mantuvo durante todo el ciclo de producción.

Semana	Horas de luz	Semana	Horas de luz
0	11 horas 30 minutos	10	10 horas 28 minutos
1	11 horas 20 minutos	11	10 horas 31 minutos
2	11 horas 10 minutos	12	10 horas 37 minutos
3	11 horas	13	10 horas 43 minutos
4	10 horas 50 minutos	14	10 horas 50 minutos
5	10 horas 40 minutos	15	11 horas
6	10 horas 35 minutos	16	11 horas 15 minutos
7	10 horas 28 minutos	17	11 horas 23 minutos
8	10 horas 26 minutos	18	11 horas 36 minutos
9	10 horas 26 minutos	19	11 horas 50 minutos

Rutina de recolección de huevos

Aves a piso

Los huevos se retiraron de los nidos diariamente, en cinco momentos del día (8 -10 - 12 -15 y 17 horas aproximadamente). Al finalizar la recolección se registró el número total de huevos y el peso individual de los mismos.

Ensayo en jaula

A las 18 semanas de vida, 50 aves de cada grupo genético se alojaron en jaulas de postura para su control individual.

Variables respuesta

1.- Caracteres productivos a la madurez sexual

Se controlaron, en total, 300 gallinas alojadas en jaulas individuales de postura, 100 por cada año, correspondientes a 25 de cada grupo genético. En cada año, tanto las aves producto de los cruzamientos experimentales (simples, de tres vías y recíprocos entre los híbridos simples) como aquellas pertenecientes a las poblaciones utilizadas como controles, fueron muestreadas aleatoriamente de sus respectivas poblaciones y criadas a piso, con un manejo sanitario, nutricional y ambiental común hasta su alojamiento en jaulas a las 18 semanas de edad.

En el momento de la madurez sexual -puesta del primer huevo- se registró:

- el peso corporal (PESCOR - g),
- la edad (EDAD - días),
- el peso del primer huevo (PESHUE - g),
- el peso promedio de los 10 primeros huevos (PESDIE - g) y
- el número de días necesarios para poner los 10 primeros huevos (NUMDIA) como indicador de uniformidad en el inicio de la postura.

Análisis estadístico

Análisis univariado

El efecto del grupo genético sobre las variables peso corporal a la puesta del primer huevo, edad a la puesta del primer huevo, peso del primer huevo y peso de los diez primeros huevos se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, mientras que dicho efecto sobre la variable número de días necesarios para poner los diez primeros huevos se evaluó con el test (análisis de la variancia a un criterio de clasificación, por rangos) de Kruskal-Wallis y la prueba de comparaciones múltiples de Dunn (Sheskin, 2011).

Análisis multivariado

Las relaciones entre los cinco indicadores en las aves de los seis cruzamientos experimentales se evaluaron en forma conjunta mediante un análisis en componentes principales y su utilidad para diferenciar a las seis poblaciones experimentales en estudio se evaluó con un análisis discriminante canónico (Carrasco y Hernán, 1993).

En el caso del análisis de componentes principales, las tres primeras componentes correspondientes a cada ave se tomaron como nuevas variables aleatorias y el efecto del grupo genético sobre las mismas se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio complementado con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

2.- Patrón dinámico de aumento del peso corporal

A intervalos semanales entre el nacimiento y las 45 a 50 semanas de edad se registró el peso corporal en balanza -inicialmente con aproximación al gramo y con aproximación a los 10 gramos a partir de la tercera semana de vida, de una muestra aleatoria de 50 aves de cada una de las poblaciones mantenidas a piso.

Los datos longitudinales peso corporal promedio – edad cronológica se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz (Fitzhugh, 1976).

$$W(t) = A \exp(-b \exp(-k t))$$

donde:

$W(t)$ = peso corporal (g) en el tiempo t

A = peso corporal asintótico (peso corporal promedio cuando t tiende a infinito)

b = parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico, que ajusta para aquellos casos en que t es distinto de cero

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

t = tiempo en semanas

La bondad de los respectivos ajustes se evaluó utilizando los siguientes tres criterios: convergencia de las iteraciones en una solución, valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) y aleatoriedad en la distribución de los residuales estudiada con un test de ciclos o rachas (Runs test, Sheskin 2011).

3.- Patrón de madurez para peso corporal

La madurez teórica (M) en peso corporal se calculó como:

$$M(\%) = (W_t / A) * 100$$

donde:

W_t : peso promedio de las aves de cada grupo en el tiempo t

A : peso corporal asintótico promedio de las aves de cada grupo estimado a partir del ajuste de los datos peso corporal – edad con la función de Gompertz.

Con fines comparativos, los valores de M correspondientes a cada uno de los seis grupos experimentales se graficaron en función de la edad cronológica.

4.- Uniformidad en peso corporal

La uniformidad del peso corporal del lote a intervalos semanales entre el nacimiento y las 50 semanas de edad se evaluó utilizando tres indicadores:

(a) Indicador 1 (Uniformidad interna) coeficiente de variación (CV) para el peso corporal [desvío estándar fenotípico relativizado por el valor del promedio del carácter y expresado como porcentaje (Toudic, 2009)].

El comportamiento de los diferentes grupos genéticos comparados en cada año se caracterizó en base a una escala con cuatro categorías propuesta por una empresa comercial (Aviagen, 2010) en su Manual de manejo de pollos de carne:

- Muy uniforme (MU) $= CV \leq 8\%$;
- Uniforme (U) $= 8\% < CV \leq 10\%$;
- Uniformidad moderada (UM) $= 10\% < CV \leq 12\%$ y
- Uniformidad deficiente (UD) $= CV > 12\%$.

Para los diferentes cruzamientos experimentales y sus respectivos controles se calculó el área bajo la curva generada a partir de la representación de los valores del coeficiente de variación del peso corporal semanal en función de la edad cronológica. El área resultante se utilizó como cuantificador de la desuniformidad global del grupo, se expresó en valores absolutos y, con fines comparativos, se relativizó al mayor valor correspondiente a los grupos incluidos en cada caso.

(b) Indicador 2 - coeficiente de uniformidad del 10% (CU10)

(c) Indicador 3 - coeficiente de uniformidad del 15% (CU15)

Para el cálculo de cada uno de los dos últimos coeficientes se pesó semanalmente entre el nacimiento y las 50 semanas de edad una muestra aleatoria de 50 aves, se calculó el peso corporal promedio de las mismas, se determinó un intervalo de pesos con límites en $\pm$ el 10% (CU10: Castelló Llobet y col., 1989) o el 15% del peso corporal promedio (CU15: Hudson y col., 2001) y, finalmente, se calculó el porcentaje de aves cuyos pesos corporales individuales se encontraban incluidos dentro de dichos límites.

Como valor de referencia se tomó en consideración que la Guía de Manejo de Reproductores Cobb (2008) establece que un lote uniforme es aquel en el que el 80% de sus

integrantes se encuentran dentro del rango comprendido por el peso corporal promedio a una edad dada $\pm 15\%$ (CU15 = 80%).

Se consideraron dos períodos de comparación:

- Período total (entre el nacimiento y las 50 semanas de edad) y
- Período productivo (entre las 22 y las 50 semanas de edad).

La linealidad del comportamiento de los datos de ambos coeficientes en función de la edad cronológica de las aves se evaluó, en cada uno de los períodos, con un test de rachas o ciclos (Sheskin, 2011). En aquellos casos en los que no se rechazó la hipótesis de linealidad, el efecto del grupo genético sobre los estimadores de los parámetros de la función lineal: pendiente y ordenada al origen o altura se evaluó con un análisis de la covarianza.

5.- *Curvas de postura*

Se registró, en forma semanal, el número total de huevos puestos por las aves de cada lote desde la madurez sexual -puesta del primer huevo- hasta las 45 semanas de edad momento en que se dio por finalizado el primer ciclo de postura. El porcentaje de postura correspondiente a cada grupo genético en el lapso antes mencionado se calculó a intervalos semanales, dividiendo el número total de huevos puestos en la semana por el número de aves presentes en el lote en el mismo período de tiempo $[(\% \text{ postura} = [\text{total huevos recolectados en la semana} / (\text{N}^\circ \text{ aves} \times 7 \text{ días})] \times 100)]$.

Los datos correspondientes a la proporción de aves en postura se graficaron en función de la edad cronológica y se procedió a identificar en los mismos diferentes etapas que permitieran describir comparativamente los patrones observados.

La ausencia de un patrón común a todos los grupos comparados en cada ocasión (cruzamientos experimentales y controles) coincidente con el comportamiento esperado imposibilitó la aplicación de un modelo de ajuste abarcativo de la totalidad del proceso. En consecuencia se procedió a identificar diferentes fases las que fueron delimitadas temporalmente de manera tal de llevar a cabo ajustes multi-etápicas.

Para los diferentes cruzamientos experimentales y sus respectivos controles se calculó el área bajo la curva respectiva. Dicha área se utilizó como cuantificador de la postura global del grupo, se expresó en valores absolutos y, con fines descriptivo-comparativos, se relativizó al mayor valor correspondiente a los grupos incluidos en cada caso.

6.- Patrón dinámico de aumento del peso del huevo

A intervalos semanales entre la madurez sexual y las 50 semanas de edad se procedió a registrar –con aproximación al gramo- el peso de todos los huevos recolectados en un día fijo de la semana, se calculó su valor promedio y se asignó dicho valor a la semana correspondiente.

Los datos longitudinales peso promedio del huevo (g) – edad cronológica (semanas) se ajustaron con el modelo exponencial de Brody (Brody, 1964), aplicado al peso del huevo por Yoo y col. (1983) y por Minvielle y col. (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) – edad de postura (semanas) se ajustaron con el modelo de Weatherup y Foster (1980) desarrollado sobre la base de un modelo sugerido por Sheldon y 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)

Este modelo es una reparametrización del modelo de Brody por lo que los valores de A y R^2 son coincidentes entre ambos. En este caso los valores del parámetro r varían entre 0 y 1 lo que presenta ventajas desde el punto de vista comparativo. A mayor valor de r , menor velocidad de aproximación al peso asintótico o, lo que es equivalente, menor tasa de maduración. De aplicarse a los datos longitudinales peso del huevo-edad cronológica el parámetro B carece de significado biológico en tanto remite como tiempo inicial a la primera

semana de vida de las aves. Cuando el modelo se utiliza para ajustar los datos en función de las semanas de postura el parámetro B adquiere significado biológico en tanto indica efectivamente el rango en el peso de los huevos puestos en el primer ciclo de postura y, por lo tanto, la diferencia (A-B) estima el peso inicial teórico del huevo correspondiente al momento en que las aves alcanzan la madurez sexual.

En todos casos los ajustes se llevaron a cabo por regresión no lineal utilizando una técnica iterativa (GraphPad Prism versión 6.0) basada en el algoritmo de Marquardt (1963). La bondad del ajuste se evaluó con los tres criterios siguientes: (a) convergencia en una solución, (b) valor del coeficiente de determinación no lineal (R^2) y (c) comportamiento aleatorio de los residuales (test de rachas).

7.- Forma y tamaño del huevo. Análisis transversal

La forma y el tamaño (peso) de los huevos puestos por las aves de los diferentes grupos genéticos en cada uno de los tres años se evaluaron en dos momentos -a las 30 y a las 43 semanas de edad- de su primer ciclo de postura. Para tal fin se recolectaron todos los huevos puestos por las aves en el lapso comprendido entre dos días antes y hasta dos días después (total cinco días) de la fecha en que las mismas cumplieron las edades mencionadas.

Del total de los huevos puestos por las gallinas de cada grupo genético, en cada una de las edades mencionadas, se extrajo una muestra aleatoria de 100 unidades las que se pesaron individualmente con aproximación a la décima de gramo y se determinó, con calibre, su longitud y su ancho con aproximación al milímetro. Los valores así registrados se utilizaron para calcular el índice de forma de acuerdo con la siguiente expresión (Marble, 1943; Lerner, 1964):

$$\text{Índice de forma (IF)} = (\text{ancho} / \text{largo}) \times 100$$

Los huevos puestos por las aves de cada grupo genético se clasificaron (a) por su forma de acuerdo con el siguiente criterio:

- forma alargada $IF < 72$
- forma satisfactoria $72 \leq IF \leq 76$
- forma redondeada $IF > 76$

y (b) en seis clases de acuerdo con su peso (Ph) (de Avila y Rosa, 2001)

- Grado 1S Extra pesado $Ph > 68 \text{ g}$
- Grado 1 Pesado $62 \text{ g} < Ph \leq 68 \text{ g}$

- Grado 2 Mediano $54 \text{ g} < Ph \leq 62 \text{ g}$
- Grado 3 Liviano $48 \text{ g} < Ph \leq 54 \text{ g}$
- Grado 4 Muy liviano $42 \text{ g} < Ph \leq 48 \text{ g}$
- Grado 5 Extra liviano $\leq 42 \text{ gramos por unidad}$

Análisis estadístico

Análisis por año

Análisis univariado a un criterio

El efecto del grupo genético sobre el peso, la longitud, el ancho y la forma de los huevos puestos en cada una de las dos edades por las aves evaluadas en cada uno de los tres años, se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Análisis de la distribución de los huevos por categoría de forma y peso

La caracterización de los diferentes grupos genéticos por el tamaño de los huevos puestos en cada una de las dos edades utilizando como indicador el peso (g) de los mismos y el índice de forma se llevó a cabo utilizando una prueba de homogeneidad basada en la estadística chi-cuadrado.

Análisis factorial

El efecto del grupo genético, de la edad de registro y de la respectiva interacción simple entre ambos factores principales se evaluó, para cada año, con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 4×2 (cuatro grupos genéticos por dos edades).

Análisis multivariado

Los datos de peso, longitud, ancho y forma de los huevos puestos en cada edad por las aves de los seis cruzamientos experimentales se evaluaron con la técnica multivariada de componentes principales con la finalidad de detectar agrupamientos significativos y con un análisis discriminante canónico para determinar si los grupos genéticos podían ser identificados en función de los valores de las cuatro variables mencionadas. Las componentes generadas en el análisis de componentes principales 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 criterio de clasificación complementado con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

8.- *Patrón dinámico de la clasificación de los huevos por su tamaño*

A partir de los datos consignados en las planillas de postura en las que se registró el peso de todos los huevos puestos por las aves a piso durante su permanencia en el ensayo, se evaluó la evolución de la clasificación comercial de los huevos (porcentaje de huevos en cada grado o categoría) en función de la edad cronológica, en cada grupo genético.

Con tal fin los huevos se clasificaron en:

(a) seis clases de acuerdo con su peso (clasificación cuantitativa), a intervalos semanales entre las 19 y las 46 semanas de edad

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) cinco categorías según su ubicación en un clasificador comercial (clasificación cualitativa), a intervalos semanales entre las 28 y las 45 semanas de edad

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

En ambos casos, para los diferentes cruzamientos experimentales y sus respectivos controles, se calculó el área bajo la curva generada a partir de la representación de los valores de la proporción semanal de huevos en cada categoría en función de la edad cronológica. La sumatoria de las áreas parciales correspondientes a cada una de las categorías se utilizó como cuantificador global del grupo y el valor absoluto de cada área parcial se relativizó, con fines comparativos, al valor de dicha área total.

9.- Incubabilidad y embriodiagnosis

Los huevos puestos por las hembras F₁ Casilda CR (madres del cruzamiento experimental de tres vías Casilda Don Manuel) y Casilda CP (madres del cruzamiento experimental de tres vías Casilda Doña Teresa) juntamente con los de las gallinas Rhode Island Blanca (madre de la ponedora Rubia INTA) y Plymouth Rock Barrada (madre de la ponedora Negra INTA) se sometieron a un ensayo de incubabilidad de acuerdo con el siguiente protocolo de trabajo:

Se utilizaron 100 hembras de cada uno de los cuatro grupos genéticos mencionados. Las hembras Casilda CR se alojaron con machos contemporáneos de la raza Plymouth Rock Barrada y las hembras Casilda CR, Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada con machos contemporáneos de la raza Rhode Island Red. Los machos se reemplazaron cada 70 días por otros también contemporáneos de la misma raza (rotación) para evitar la tendencia a formar harén y, de esta manera, evitar que alguna hembra quede sin inseminar.

La rutina de recolección de huevos fértiles para el ensayo de embriodiagnosis se reiteró tres veces según el siguiente detalle: (1) ensayo temprano (28 semanas de edad); (2) ensayo intermedio (38 semanas de edad) y (3) ensayo final (48 semanas de edad). En la semana programada para la realización el ensayo se recogieron, de cada grupo, huevos con un máximo de tres días de postura de los que se eligieron 100 que reunían las condiciones propias de un huevo incubable (descarte de huevos sucios, deformados y rotos, clasificación por tamaño, etc.) Los huevos se recogieron con una frecuencia de cinco veces diarias, se desinfectaron dentro de la hora de puestos y se mantuvieron a una temperatura ambiente de 15 °C. Todos los huevos se pesados antes de ponerlos en la incubadora (día 0). En el día 18, en forma coincidente con el traslado de los huevos de la incubadora a la nacedora, se llevó a cabo la ovoscopia, registrando de cada grupo los huevos descartados como infértiles para su posterior análisis. El día 21 se registró el número de pollitos nacidos, el número de pollitos muertos y el número de huevos picados sin eclosionar. Los huevos separados durante la ovoscopia y aquellos que no eclosionaron en la nacedora, se rompieron para determinar si se trataba de huevos infértiles o bien si había evidencia de mortandad embrionaria. En los casos en que se constató presencia de desarrollo embrionario se determinó el momento de ocurrencia de la muerte del embrión. Para ello, cada huevo se abrió por su extremo romo a nivel de la cámara de aire, se retiró la membrana testácea interna y su contenido se volcó en una superficie lisa. La mortalidad embrionaria se clasificó en temprana (hasta el 4° día de incubación), intermedia (entre los días 5 y 17) y tardía (entre los 18 y 21 días).

En cada uno de los tres momentos mencionados (28, 38 y 48 semanas de edad del lote) se determinó:

- el porcentaje de incubabilidad aparente (Ia)

$$Ia = (\text{n}^\circ \text{ de pollitos nacidos} / \text{n}^\circ \text{ de huevos transferidos a nacedora}) \times 100$$

- el porcentaje de incubabilidad corregido (Ic)

$$Ic = (\text{n}^\circ \text{ de pollitos nacidos} / \text{n}^\circ \text{ de huevos fértiles transferidos a nacedora}) \times 100$$

- el porcentaje de nacimiento (N)

$$N = (\text{n}^\circ \text{ de pollitos nacidos} / \text{n}^\circ \text{ de huevos puestos a incubar}) \times 100$$

- el porcentaje de fertilidad aparente (Fa)

$$Fa = (\text{n}^\circ \text{ de huevos transferidos a nacedora} / \text{n}^\circ \text{ huevos incubados}) \times 100$$

- el porcentaje de fertilidad corregido (Fc)

$$Fc = (\text{n}^\circ \text{ de huevos fértiles transferidos a nacedora} / \text{n}^\circ \text{ huevos incubados}) \times 100$$

- la proporción de pérdidas embrionarias tempranas (0 – 14 días), intermedias (15 – 17) y tardías (18 – 21 días)

Análisis estadístico

El efecto (1) del grupo genético en cada una de las tres edades de recolección de los huevos incubables, (2) de la edad de registro en cada uno de los cuatro grupos genéticos, sobre los valores de fertilidad, incubabilidad y nacimientos y sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante el proceso de incubación se evaluó con sendas pruebas de homogeneidad basadas en la estadística chi-cuadrado.

10.- Análisis de supervivencia

Se registraron todas las muertes ocurridas entre el nacimiento y las 50 semanas de edad y la fecha en la que tuvo lugar cada una de ellas. La unidad de análisis fue la hembra reproductora y la tasa de mortalidad se calculó como el número de gallinas muertas en un día dado en relación al número total de gallinas en el lote. Para el análisis de la progresión de la proporción de aves sobrevivientes de cada uno de los grupos genéticos evaluados – cruzamientos simples, cruzamientos de tres vías y cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples- conjuntamente con sus respectivas poblaciones testigo, entre el nacimiento y las 50 semanas de edad, se aplicó la técnica de Kaplan-Meier (Ducrocq y col.; 2000). El comportamiento de los diferentes grupos se comparó con la prueba log-rank de Mantel-Cox.

11.- Condición corporal



Figura N° 01 – Maniobras de palpación de la quilla y los músculos de la pechuga para determinar la condición corporal de las aves de acuerdo a la escala propuesta por Gregory y Robins

La condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura (50 semanas de edad) de 50 aves de cada uno de los cruzamientos experimentales evaluados y sus respectivos controles se categorizó en cuatro clases mediante la palpación de la quilla y los músculos de la pechuga utilizando la escala propuesta por Gregory y Robins (1998).

La determinación consiste en sostener el ave viva, en forma individual, por ambas patas y con la cabeza hacia abajo (foto superior izquierda) y, palpar y evaluar con la palma de la mano libre la protuberancia de la quilla (foto superior derecha), el desarrollo de los músculos de la pechuga a lo largo del borde ventral de la quilla (foto inferior izquierda) y la concavidad o convexidad del contorno del músculo de la pechuga (foto inferior derecha).

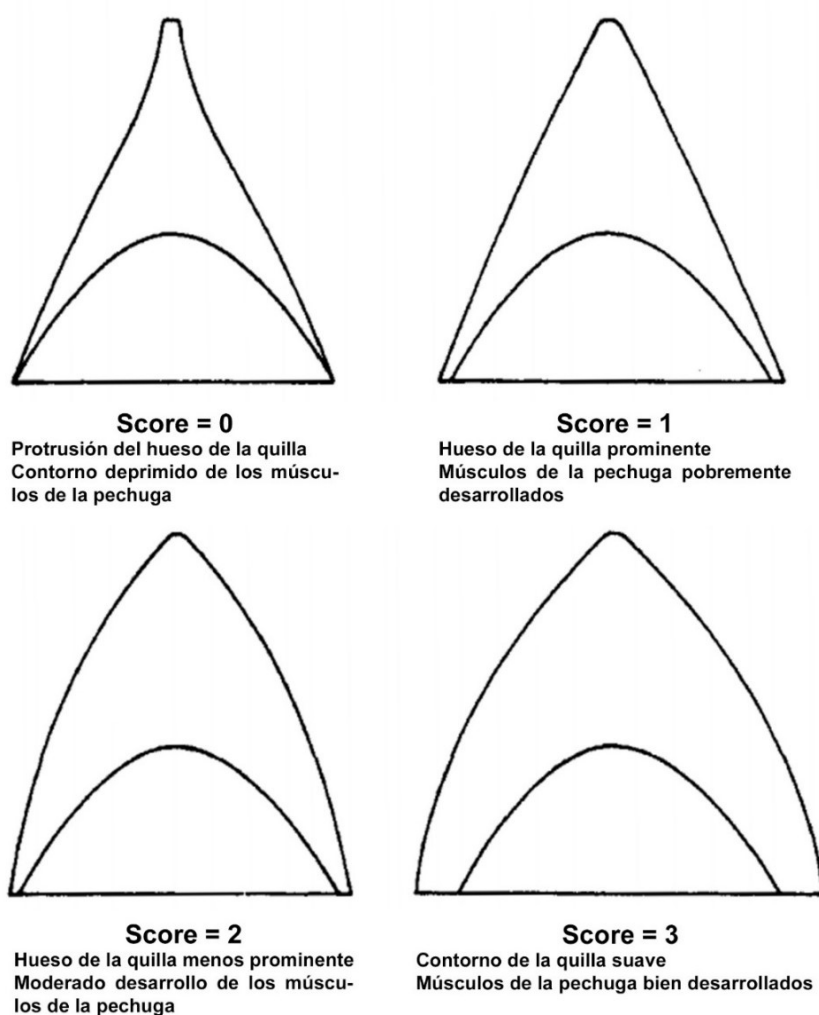


Figura N° 02 – Categorías de condición corporal de acuerdo a la escala propuesta por Gregory y Robins (1998)

Todas las aves fueron pesadas previo al examen y, sobre la base de la palpación mencionada, la condición de cada una de ellas se categorizó en una escala de 0 a 3 (Figura 02), en la que:

Score 0 corresponde a un 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

Análisis estadístico

La proporción de aves de cada grupo genético en cada categoría de condición corporal se evaluó con una prueba de homogeneidad basada en la estadística chi-cuadrado.

El efecto del grupo genético sobre el peso corporal de las aves a la edad de registro de la condición corporal en cada uno de los años se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

La asociación entre el peso corporal de las aves de cada grupo genético y su categorización en función de la condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura se evaluó mediante una prueba de independencia basada en la estadística chi-cuadrado. A tal fin cada ave se clasificó simultáneamente por su pertenencia a uno de los cuatro cuartiles de peso y a una de las cuatro categorías de la escala de Gregory y Robins.

RESULTADOS

1. Caracteres productivos a la madurez sexual

1.1. Comportamiento de los diferentes cruzamientos experimentales

1.1.1. Cruzamientos simples

La Tabla 01 presenta los valores de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual en los dos cruzamientos simples y en las estirpes de las razas maternas de las ponedoras autosexantes Rubia INTA y Negra INTA utilizadas como poblaciones de referencia.

Tabla N° 01 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Edad a la puesta del primer huevo (días)	160 a ± 1,8	153 b ± 2,4	152 b ± 1,7	166 a ± 1,8
Peso corporal a la puesta del primer huevo (g)	3075 a ± 56,4	3129 a ± 51,5	1975 b ± 63,4	1970 b ± 35,5
Peso del primer huevo (g)	53,8 a ± 2,27	48,0 ab ± 1,78	43,7 bc ± 1,27	41,5 c ± 1,35
Peso de los diez primeros huevos (g)	56,0 a ± 1,19	55,8 a ± 1,24	48,3 b ± 1,66	46,1 b ± 0,87
N° de días para poner los diez primeros huevos	18,5 a (13 – 52)	21 a (11 – 50)	15 b (11 – 39)	15 b (12 – 31)
Tamaño muestral: N = 25 aves por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar a excepción de la variable número de días = mediana (mínimo - máximo) a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre todos los caracteres evaluados (EDAD: F = 11,5; P < 0,0001 - PESCOR: F = 153; P < 0,0001 - PESHUE: F = 10,0; P < 0,0001 - PES10: F = 16,1; P < 0,0001 - NDÍAS: Estadístico de KW = 15,05; P = 0,0018). Casilda CR fue, junto con RIB, el genotipo más precoz, Casilda CP el que puso el primer huevo más pesado y PRB el que rompió postura a mayor edad y puso el huevo de menor peso. Las aves de los cruzamientos simples fueron, en promedio, 57% más pesadas que aquellas pertenecientes a los grupos de referencia a la puesta del primer huevo, el peso

promedio de los diez primeros huevos que pusieron fue un 19% mayor a los de RIB y PRB y tardaron cinco días más en completar su puesta.

1.1.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 02 resume los valores de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual en los cruzamientos experimentales de tres vías y en las dos ponedoras autosexantes utilizadas como poblaciones de referencia.

Tabla N° 02 - Caracteres productivos a la madurez sexual en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda Doña Teresa	Casilda Don Manuel	Rubia INTA	Negra INTA
Edad a la puesta del primer huevo (días)	165 a ± 4,2	161 a ± 2,3	161 a ± 3,8	171 a ± 4,2
Peso corporal a la puesta del primer huevo (g)	2855 a ± 103,0	2646 a ± 63,0	2095 b ± 47,3	2140 b ± 60,4
Peso del primer huevo (g)	40,0 a ± 1,63	45,9 b ± 1,33	45,8 b ± 1,86	45,5 b ± 1,53
Peso de los diez primeros huevos (g)	45,6 a ± 1,31	51,2 b ± 1,37	49,9 b ± 1,03	49,6 b ± 1,26
N° de días para poner los diez primeros huevos	22 a (12 – 44)	19 ab (13 – 30)	15 b (12 – 43)	14 b (11 – 40)
Tamaño muestral: N = 25 aves por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar a excepción de la variable número de días = mediana (mínimo - máximo) a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre cuatro de los caracteres evaluados (PESCOR: $F = 27,6$; $P < 0,0001$ – PESHUE: $F = 3,226$; $P = 0,026$ – PES10: $F = 3,749$; $P = 0,014$ – NDÍAS: Estadístico de KW = 15,02; $P = 0,0018$). Las diferencias observadas entre grupos en la edad a la puesta del primer huevo no fueron estadísticamente significativas ($F = 1,640$; $P = 0,186$). El híbrido experimental Casilda Doña Teresa presentó menor peso promedio del primer huevo, diferenciándose de los tres grupos restantes, relación que se conservó al evaluar el peso promedio de los 10 primeros huevos. Las aves de los cruzamientos de tres vías fueron 30% más pesadas a la puesta del primer huevo que aquellas pertenecientes a las poblaciones de referencia y tardaron más tiempo en

poner los diez primeros huevos. Casilda DT rompió postura con huevos de menor peso que Casilda DM sin que se observaran diferencias entre las ponedoras autosexantes para estos caracteres.

1.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

Los valores de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual en los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR y en las dos ponedoras autosexantes utilizadas como poblaciones de referencia se resumen en la Tabla 03.

Tabla N° 03 - Caracteres productivos a la madurez sexual en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Edad a la puesta del primer huevo (días)	173a ± 1,3	172 a ± 1,4	171 a ± 1,8	174 a ± 1,7
Peso corporal a la puesta del primer huevo (g)	3452 a ± 112,0	3457 a ± 70,0	2058 b ± 37,0	2157 b ± 46,0
Peso del primer huevo (g)	52,2 a ± 2,45	58,3 b ± 3,16	50,0 a ± 1,35	46,8 a ± 1,27
Peso de los diez primeros huevos (g)	54,2 a ± 1,29	59,8 b ± 1,87	53,1 a ± 0,87	54,1 a ± 1,66
N° de días para poner los diez primeros huevos	18,5 a (12 – 27)	16 a (10 – 35)	11 b (10 – 17)	12 b (10 – 19)
Tamaño muestral: N = 25 aves por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar a excepción de la variable número de días = mediana (mínimo - máximo) a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre cuatro de los caracteres evaluados (PESCOR: $F = 116$; $P < 0,0001$ – PESHUE: $F = 4,850$; $P = 0,004$ – PES10: $F = 4,264$; $P = 0,007$ – NDÍAS: Estadístico de KW = 31,2; $P < 0,0001$). Las diferencias observadas entre grupos en la edad a la puesta del primer huevo no fueron estadísticamente significativas ($F = 0,682$; $P = 0,565$). Los cruzamientos experimentales fueron, en promedio, 64% más pesados que las ponedoras autosexantes y mostraron menor

regularidad en su postura inicial. Pese a no diferir ni en la edad ni en el peso corporal a la madurez sexual Caseros II rompió postura con huevos de mayor peso que su recíproco. Rubia INTA y Negra INTA no se diferenciaron en ninguno de los caracteres evaluados.

1.2. Análisis multivariado

1.2.1. Análisis en componentes principales

La Tabla 04 muestra la matriz de correlaciones entre las cinco variables en estudio.

Tabla N° 04 - Matriz de correlaciones -coeficiente de correlación producto-momento de Pearson- correspondientes a los caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales					
	PESCOR	EDAPRI	PESHUE	PESDIE	NUMDIA
PESCOR	1,000				
EDAPRI	0,488	1,000			
PESHUE	0,312	0,110	1,000		
PESDIE	0,494	0,101	0,731	1,000	
NUMDIA	- 0,045	- 0,170	- 0,091	0,002	1,000
PESCOR – peso corporal a la puesta del primer huevo EDAPRI – edad a la puesta del primer huevo PESHUE – peso del primer huevo PES10 – peso de los diez primeros huevos NUMDIA – número de días para poner los diez primeros huevos					

Del análisis de la matriz anterior surge que:

El peso corporal a la puesta del primer huevo mostró una asociación positiva con la edad a la puesta del primer huevo y con el peso tanto del primero como de los diez primeros huevos.

El número de días necesarios para poner los diez primeros huevos presentó una leve correlación negativa con el peso corporal y con el peso del primer huevo, una correlación también negativa y si bien algo mayor igualmente baja con la edad al primer huevo y, por último, ausencia de correlación con el peso promedio de los diez primeros huevos.

La primera componente (PC1) explicó el 43,6 % de la variancia total, la segunda componente (PC2) el 23,9 %, la tercera (PC3) el 19,1 %, la cuarta (PC4) el 9,1 % y la quinta componente (PC5) el 4,3 % de la variancia. En consecuencia, entre las tres primeras componentes acumulan el 86,6% de la variancia total observada.

Los valores promedio de las mismas consideradas como nuevas variables aleatorias se resumen en la Tabla 05.

Tabla N° 05 - Valores de las tres primeras componentes principales correspondientes a los caracteres productivos a la madurez sexual de gallinas camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	-0,176 ad ± 0,1879	0,230 ac ± 0,1852	1,328 b ± 0,3156	0,966 bc ± 0,1977	- 0,777 de ± 0,2300	- 1,435 e ± 0,3038
PC2	0,383 ad ± 0,1928	0,685 a ± 0,2100	- 0,480 bce ± 0,2426	0,057 ace ± 0,2010	- 0,799 be ± 0,1225	- 0,352 de ± 0,1863
PC3	- 0,184 ab ± 0,1753	0,142 ab ± 0,2382	0,506 a ± 0,2463	- 0,393 b ± 0,1410	0,137 ab ± 0,1456	- 0,210 ab ± 0,1699
Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar a,b,c,d,e Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05						

Las asociaciones (r = coeficiente de correlación producto-momento de Pearson) entre los valores de cada componente y las variables elegidas para caracterizar el comportamiento de los seis genotipos experimentales a la madurez sexual permitieron concluir que la primera componente principal se vincula con el peso corporal a la puesta del primer huevo (r PC1 – PESCOR = -0,768), con el peso del primer huevo (r PC1 – PESHUE = -0,784) y con el peso promedio de los 10 primeros huevos (r PC1 – PESDIE = -0,847), con asociaciones de signo negativo en los tres casos. La segunda componente principal se relaciona en forma negativa con la edad a la que el ave pone su primer huevo (r PC2 – EDAPRI = -0,528). Por último, los valores de la tercera componente principal están asociados positivamente con el número de días requeridos por cada ave para poner los diez primeros huevos (r PC3 – NUMDIA = 0,688). En consecuencia, e independientemente de aportes menores efectuados por las variables restantes en cada uno de los casos mencionados, la primera componente puede denominarse PESO, la segunda EDAD y la tercera REGULARIDAD. De acuerdo al signo de las correlaciones a mayor valor de la primera componente menor PESO (mayor valor de PC1: Casilda DT +1,328 - menor peso a la puesta del primer huevo y menor valor de PC1: Caseros II -1,425 - mayor peso a la madurez sexual), a mayor valor de la segunda componente menor EDAD (mayor valor de PC2: Casilda CR +0,685 - menor edad a la puesta del primer huevo y menor valor de PC2: Caseros I - 0,799 - mayor edad a la madurez sexual) y a mayor valor de

la tercera componente mayor número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos, es decir menor REGULARIDAD en la postura (mayor valor de PC3: Casilda DT +0,506 - menor regularidad y menor valor de PC3: Casilda DM -0,393 - mayor regularidad).

Las Figuras 03, 04 y 05 muestran la localización de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales, por la primera y la tercera componentes y por la segunda y la tercera componentes, respectivamente.

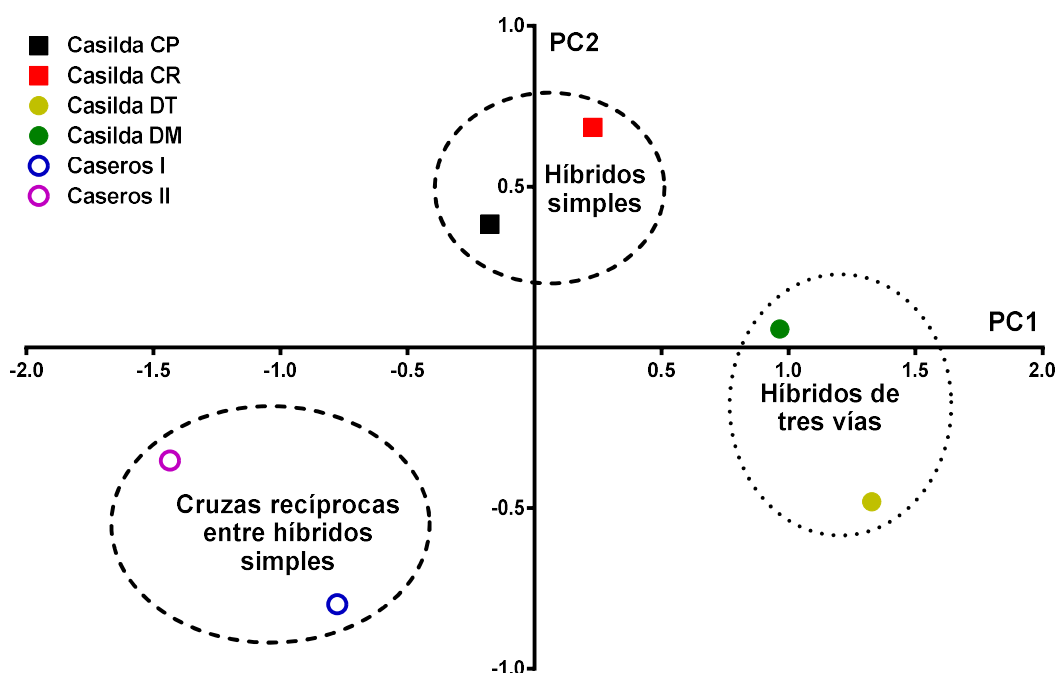


Figura N° 03 - Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

La Figura 03 muestra la distribución de los seis grupos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes (PC1: Peso – PC2: Edad).

La secuencia de izquierda a derecha indica la variación decreciente del peso corporal promedio a la puesta del primer huevo desde las poblaciones derivadas de los cruzamientos

recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, pasando por dichos cruzamientos simples, hasta los cruzamientos de tres vías.

El desplazamiento sobre el eje vertical indica, de abajo hacia arriba un aumento de la precocidad.

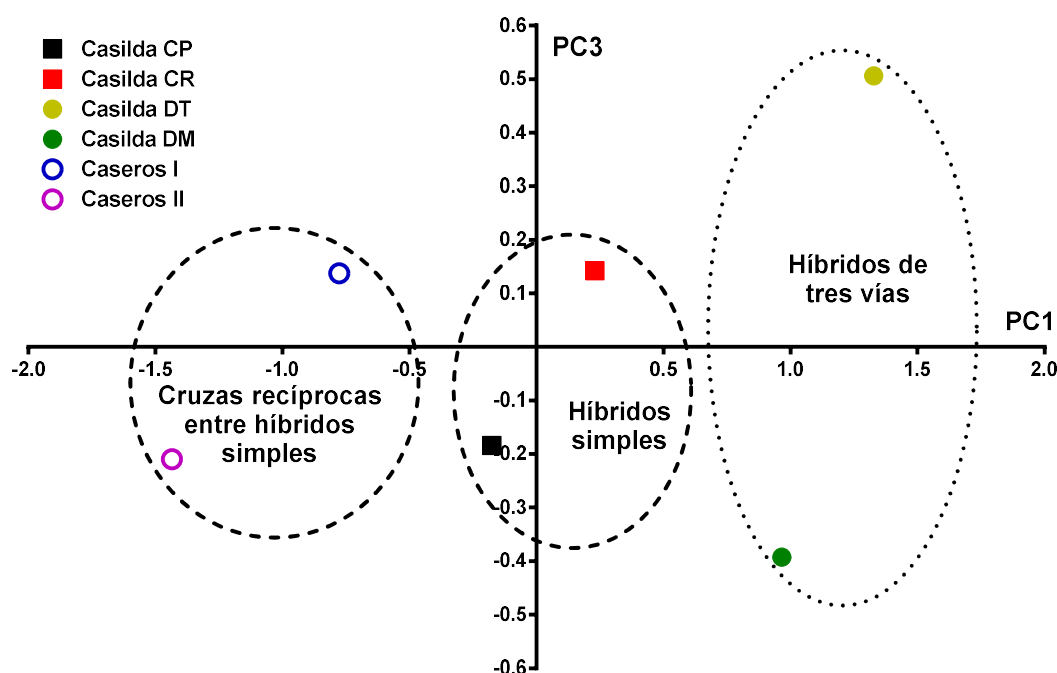


Figura N° 04 - Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por la primera y tercera componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

La Figura 04 muestra el comportamiento de las seis poblaciones experimentales en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componentes (PC1: Peso – PC2: Regularidad).

Al igual que en la Figura 03, la secuencia de izquierda a derecha indica la variación decreciente del peso promedio.

Con respecto al eje vertical no se observan diferencias claras entre los tres grupos de aves pero en cada uno de ellos una de las combinaciones presenta valores positivos de la tercera componente (mayor número de días requeridos para poner los 10 primeros huevos = menor regularidad = Caseros I, Casilda CR y Casilda DT) y la otra valores promedio

negativos de PC3 (mayor regularidad = Caseros II, Casilda CP y Casilda DM), comportamiento particularmente evidente en el caso de los cruzamientos de tres vías.

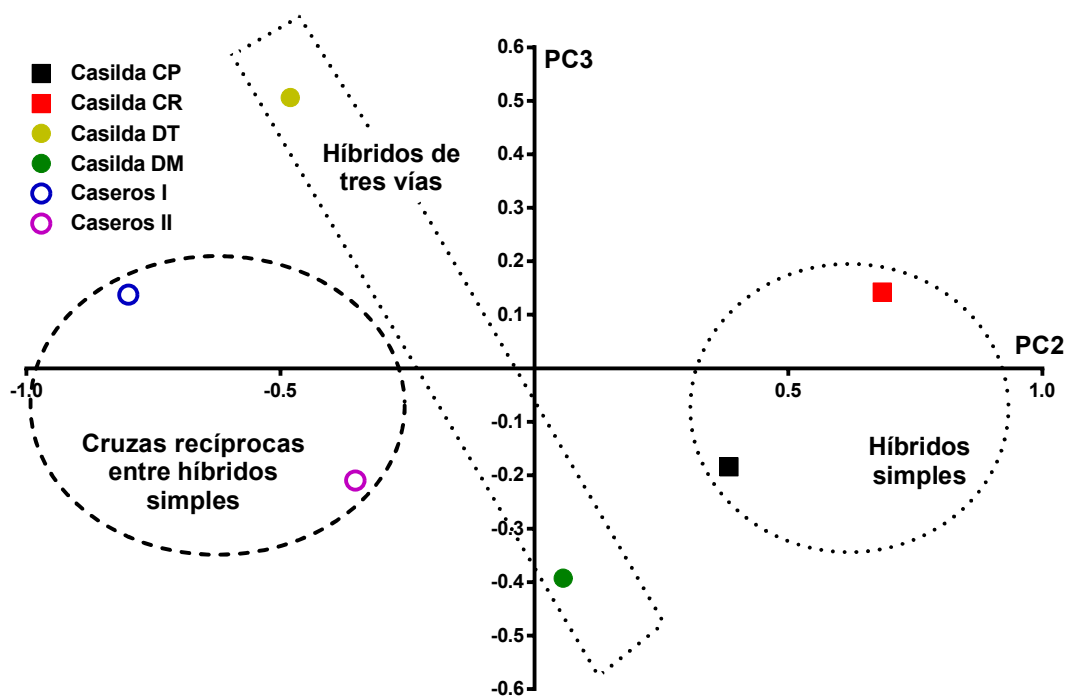


Figura N° 05 - Distribución de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en el plano definido por la segunda y tercera componentes principales aplicadas a los caracteres productivos a la madurez sexual

La Figura 05 describe el agrupamiento de las seis poblaciones en función de los valores de la segunda y tercera componentes (PC2: Edad – PC3: Regularidad).

El agrupamiento de las aves reproduce el comportamiento descrito para cada una de las dos componentes involucradas en su combinación con PC1.

El desplazamiento sobre el eje horizontal indica, de izquierda a derecha un aumento de la precocidad (cruzamientos recíprocos < cruzamientos de tres vías < cruzamientos simples).

Si bien el eje vertical no diferencia claramente a los tres grupos de aves, en cada uno de ellos una de las combinaciones presenta menor regularidad en la postura (valores positivos

de PC3: Caseros I, Casilda CR y Casilda DT) y la otra combinación mayor regularidad (valores promedio negativos de PC3: Caseros II, Casilda CP y Casilda DM).

1.2.2. Análisis discriminante

El análisis discriminante basado en los valores de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual en las aves de los seis cruzamientos experimentales mostró un error de clasificación del 46,7% (70/150). La Tabla 06 describe la distribución de las aves de cada grupo genético de pertenencia en los diferentes grupos asignados en el análisis.

Tabla N° 06 - Distribución de las aves camperas de seis cruzamientos experimentales en función de los caracteres productivos evaluados a la madurez sexual, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante						
Grupo genético de pertenencia	Grupo Genético asignado					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Casilda CP	9	6	0	4	3	3
Casilda CR	3	17	2	0	3	0
Casilda DT	0	0	16	5	4	0
Casilda DM	1	3	6	14	1	0
Caseros I	0	1	3	4	12	5
Caseros II	1	1	1	1	9	12

En todos los casos, del total de aves (n=25) evaluadas para cada grupo genético la mayor proporción de aves fue asignada a su grupo genético de origen [Casilda CP: 36% (9/25); Casilda CR: 68% (17/25); Casilda DT: 64% (16/25); Casilda DM: 56% (14/25); Caseros I y Caseros 2: 48% (12/25)].

El 46,7% (70/150) de las gallinas fue asignado a un grupo de pertenencia diferente del grupo genético de origen. De las 50 aves producto de los cruzamientos simples (Casilda CP + Casilda CR) 15 (30%) fueron mal clasificados. El error de clasificación fue algo menor en el caso de las poblaciones derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples (Caseros I y Caseros II: $12/50 = 24\%$) y menor aún en el caso de los cruzamientos de tres vías (Casilda DT y Casilda DM: $9/50 = 18\%$).

La Tabla 07 muestra, para cada grupo genético, el comportamiento de cada una de las cinco variables relativo al valor mayor de cada una de ellas considerado como valor 100. La Figura 06 describe diagramáticamente dichas relaciones.

Tabla N° 07 - Comportamiento de cinco caracteres productivos a la madurez sexual relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Carácter productivo	Cruzamientos simples		Cruzamientos de tres vías		Cruzamientos recíprocos	
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
EDAPRI	92,5	88,4	95,4	93,1	100	99,4
PESCOR	88,9	90,5	82,6	76,5	99,9	100
PESHUE	92,3	82,3	68,6	78,7	89,5	100
PESDIE	93,6	93,3	76,3	85,6	90,6	100
NUMDIA	84,1	95,5	100	86,4	84,1	72,7

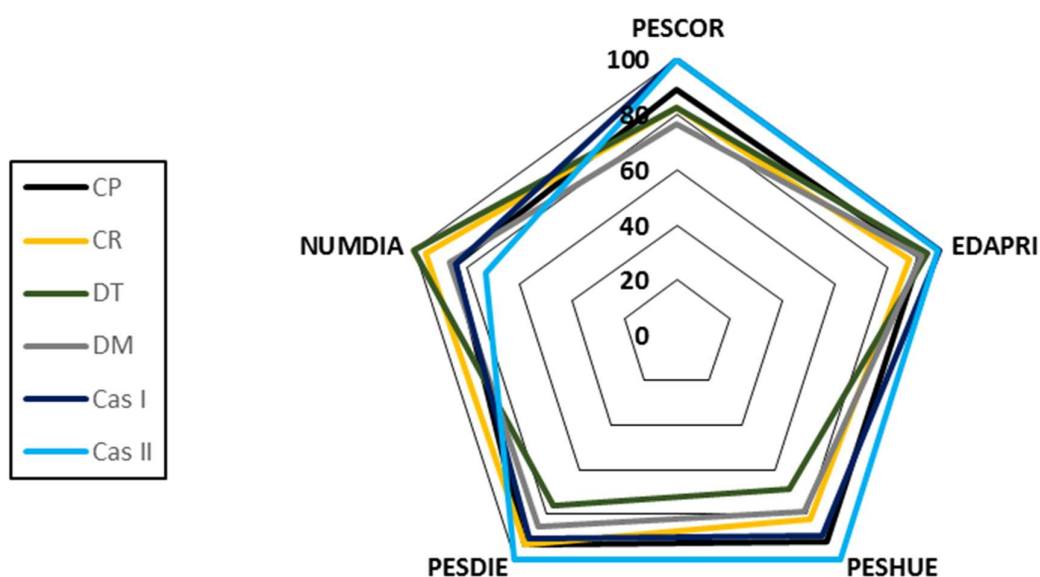


Figura N° 06 - Comportamiento de cinco caracteres productivos a la madurez sexual relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

La existencia de un área central libre en la Figura 06 es indicio, si bien con particularidades, de ausencia de grandes diferencias en el comportamiento de todos los grupos genéticos en términos de los caracteres productivos a la madurez sexual. La base del pentágono, por ejemplo, pone en evidencia el mayor peso de los huevos puestos por Caseros

II y el menor valor de los mismos caracteres para los cruzamientos de tres vías. El vértice izquierdo de la figura, correspondiente al número de días necesarios para poner los diez primeros huevos, pone en evidencia la menor regularidad inicial en la postura del cruzamiento de tres vías Casilda DT y del cruzamiento simple Casilda CR. El vértice derecho, indicativo de la edad de las aves de los diferentes genotipos a la puesta del primer huevo, muestra la menor precocidad de los cruzamientos recíprocos y la mayor precocidad del cruzamiento simple Casilda CR. Por último, el vértice superior describe la gradación de los genotipos en función del peso corporal al momento de romper postura con el mayor valor de la variable en los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, valores intermedios en los cruzamientos simples y los menores valores de los cruzamientos de tres vías.

2.- Patrón dinámico de aumento del peso corporal

En todos los casos los ajustes convergieron en una solución y los residuales presentaron una distribución aleatoria.

2.1. Comportamiento de los diferentes cruzamientos experimentales

2.1.1. Cruzamientos simples

La Tabla 08 presenta los valores de los estimadores de los dos parámetros de la función sigmoidea de Gompertz, con significado biológico, en los cruzamientos simples y en las estirpes de las razas maternas empleadas para la producción de las ponedoras autosexantes Rubia INTA (aves Rhode Island Blanca) y Negra INTA (aves Plymouth Rock Barradas) respectivamente, utilizadas como poblaciones de referencia. Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de crecimiento ($F = 441$; $P < 0,0001$). Los genotipos evaluados difirieron en los valores de sus asíntotas de peso corporal ($F = 217$; $P < 0,0001$) y, en menor medida, en la tasa de maduración para peso corporal ($F = 3,220$; $P = 0,024$). No se observaron diferencias significativas en los patrones de aumento de peso corporal entre las aves Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada ($F = 2,051$; $P = 0,117$) pero sí entre aquellas pertenecientes a los dos cruzamientos simples ($F = 7,135$; $P = 0,0003$) atribuibles a diferencias en el valor de sus asíntotas ($F = 14,91$; $P = 0,0002$) dado que la comparación de sus tasas de maduración resultó estadísticamente no significativa ($F = 0,128$; $P = 0,721$). La Figura 07 muestra, en forma

comparativa, las trayectorias de las curvas de crecimiento en los cuatro grupos genéticos. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos.

Tabla N° 08 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
A - Peso corporal asintótico (g)	2778 ± 29,1	2918 ± 20,3	1955 ± 18,2	1972 ± 14,6
k – Tasa de maduración para peso corporal (g^{-1})	0,2095 ± 0,00911	0,2038 ± 0,01183	0,1776 ± 0,00839	0,1726 ± 0,00627
R ²	0,9896	0,9816	0,9886	0,9934
Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

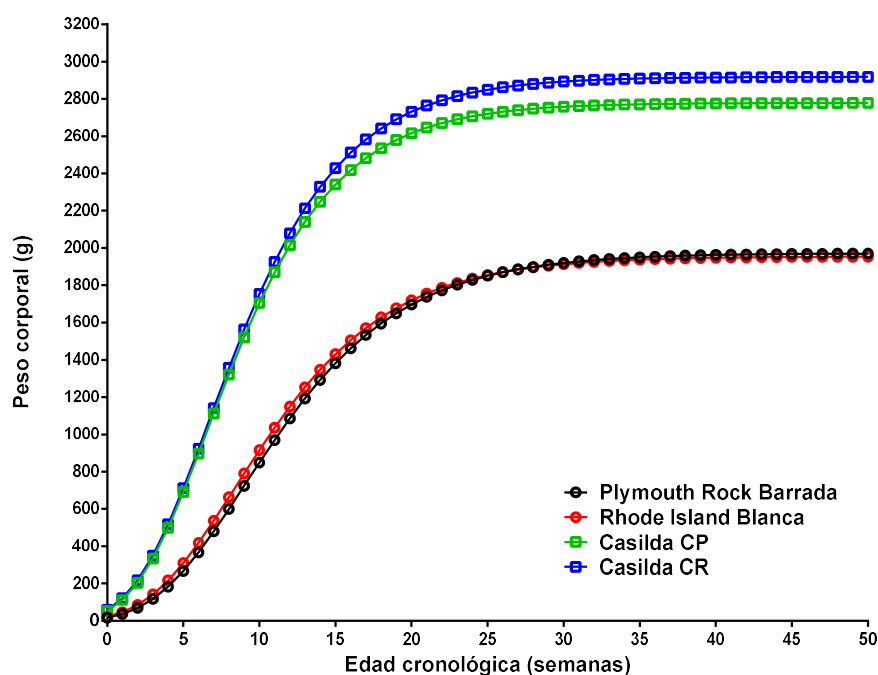


Figura N° 07 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Las reproductoras Casilda CP y Casilda CR presentaron, en promedio, una asíntota de peso 45% superior al promedio de los dos genotipos de referencia (2848 g vs.1964 g).

2.1.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 09 presenta los valores de los estimadores de los dos parámetros de la función sigmoidea de Gompertz, con significado biológico, en los cruzamientos de tres vías y en las ponedoras autosexantes Rubia INTA y Negra INTA utilizadas como poblaciones de referencia.

Tabla N° 09 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda Doña Teresa	Casilda Don Manuel	Rubia INTA	Negra INTA
A - Peso corporal asíntótico (g)	2795 ± 32,5	2855 ± 29,9	2064 ± 22,0	2156 ± 24,0
k – Tasa de maduración para peso corporal (g ⁻¹)	0,1509 ± 0,00886	0,1544 ± 0,00832	0,1663 ± 0,00956	0,1470 ± 0,00801
R ²	0,9799	0,9815	0,9800	0,9814
Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de crecimiento ($F = 149$; $P < 0,0001$). Los genotipos evaluados difirieron en los valores de sus asíntotas de peso corporal ($F = 148$; $P < 0,0001$) pero no en la tasa de maduración para peso corporal ($F = 0,724$; $P = 0,539$). No se observaron diferencias significativas en los patrones de aumento de peso corporal de los cruzamientos de tres vías ($F = 1,647$; $P = 0,184$) pero sí entre las dos ponedoras autosexantes ($F = 2,819$; $P = 0,043$) atribuibles a diferencias en el valor de sus asíntotas (Negra INTA > Rubia INTA: $F = 8,454$; $P = 0,0045$) dado que la comparación de sus tasas de maduración resultó estadísticamente no significativa ($F = 2,649$; $P = 0,107$).

La Figura 08 muestra, comparativamente, las trayectorias de las curvas de crecimiento en los cuatro grupos genéticos. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos.

Las reproductoras Casilda DT y Casilda DM presentan, en promedio, una asíntota de peso 34% superior al promedio de los dos genotipos de referencia (2825 g vs. 2110 g).

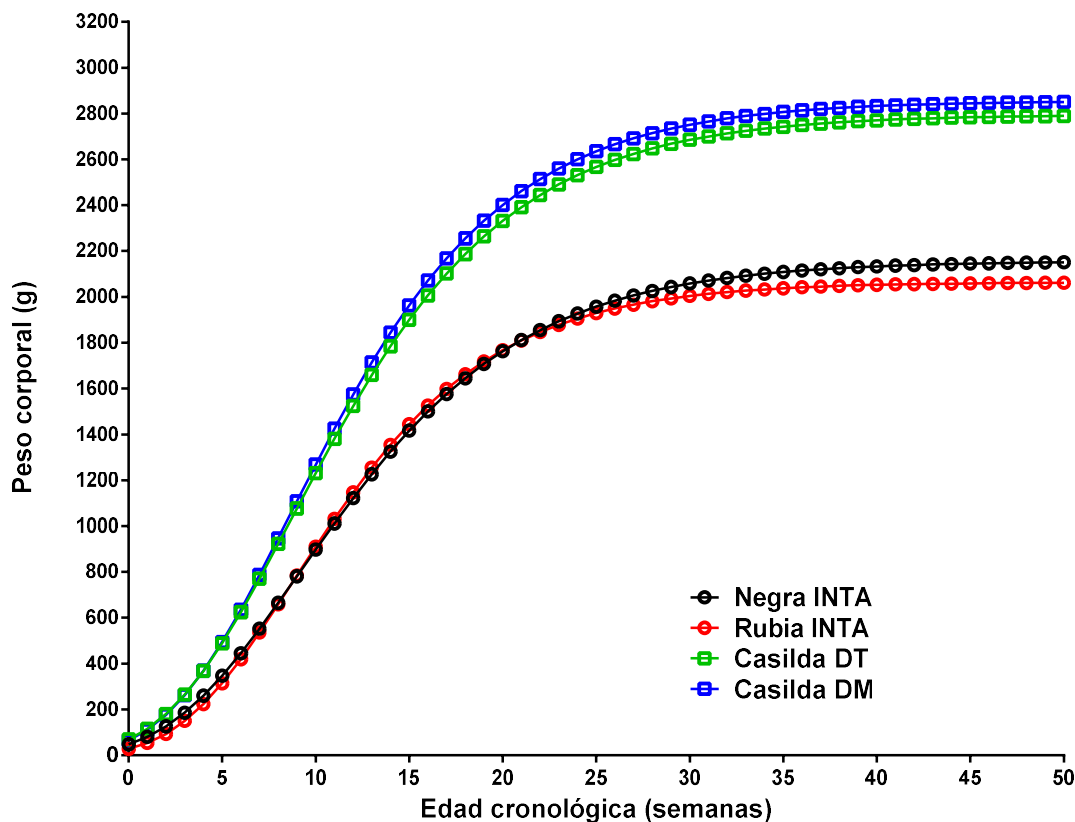


Figura N° 08 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

2.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Tabla 10 presenta los valores de los estimadores de los dos parámetros de la función sigmoidea de Gompertz, con significado biológico, en los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples y en las ponedoras autosexantes Rubia INTA y Negra INTA utilizadas como poblaciones de referencia.

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de crecimiento ($F = 214$; $P < 0,0001$). Los genotipos evaluados difirieron

tanto en los valores de sus asíntotas de peso corporal ($F = 77,5$; $P < 0,0001$) como en sus tasas de maduración para el carácter ($F = 13,6$; $P = 0,539$).

Tabla N° 10 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	3002 ± 35,4	2989 ± 43,2	2066 ± 14,9	2192 ± 17,4
k – Tasa de maduración para peso corporal (g^{-1})	0,2247 ± 0,01583	0,2650 ± 0,02635	0,1539 ± 0,00497	0,1575 ± 0,00542
R ²	0,9778	0,9584	0,9800	0,9943
Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

Si bien las diferencias en los patrones de aumento de peso corporal de los cruzamientos recíprocos estuvieron cercanas al significado estadístico ($F = 2,636$; $P = 0,055$) no se observaron diferencias significativas ni entre sus asíntotas ($F = 0,057$; $P = 0,811$) ni entre sus tasa de maduración para peso corporal ($F = 2,098$; $F = 0,151$).

Las dos ponedoras autosexantes difirieron significativamente en sus patrones de crecimiento ($F = 2,819$; $P = 0,043$) atribuibles a diferencias en el valor de sus asíntotas (Negra INTA > Rubia INTA: $F = 30,12$; $P < 0,0001$) en tanto la comparación de sus tasas de maduración resultó estadísticamente no significativa ($F = 0,227$; $P = 0,635$).

La Figura 09 muestra en forma comparativa las trayectorias de las curvas de crecimiento en los cuatro grupos genéticos. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos.

Las reproductoras Caseros I y Caseros II presentan, en promedio, una asíntota de peso 41% superior al promedio de los dos genotipos de referencia (2996 g vs. 2129 g).

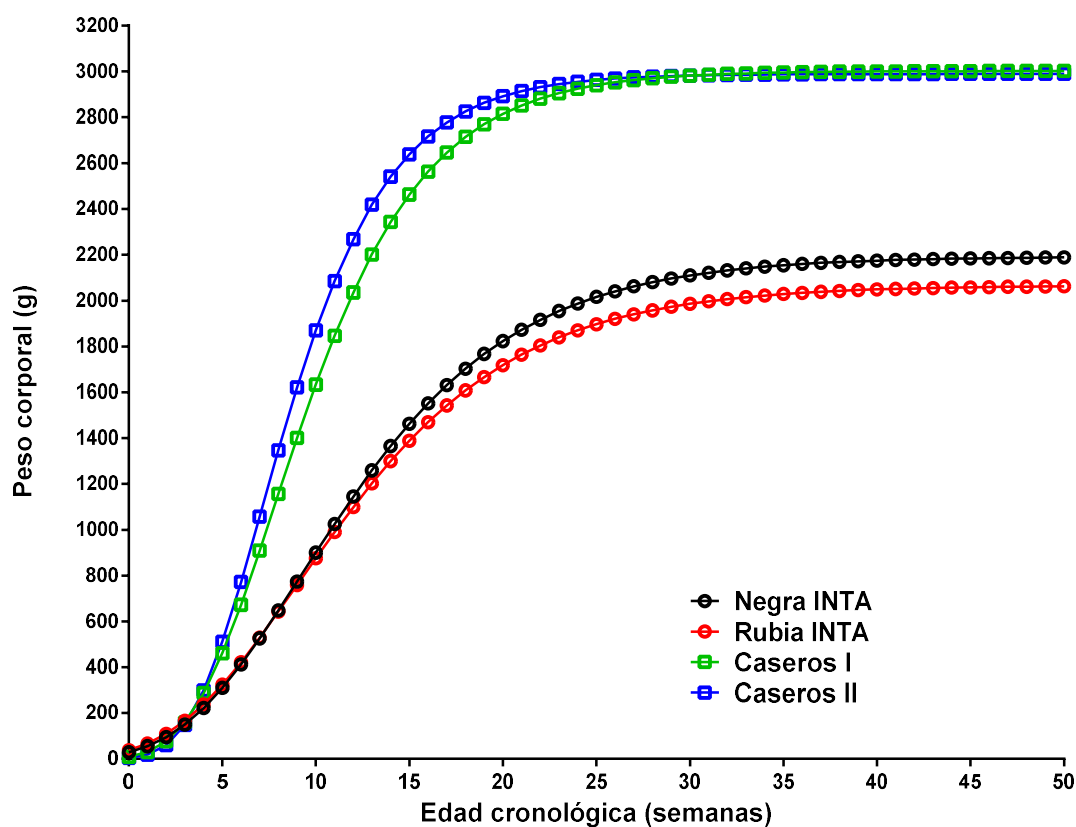


Figura N° 09 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

2.2. Resumen general

La Figura 10 describe esquemáticamente los patrones de crecimiento de los seis grupos experimentales. Los cruzamientos simples presentan trayectorias iniciales coincidentes diferenciándose hacia el final del período evaluado, los cruzamientos recíprocos entre ellos muestran recorridos coincidentes al inicio y al finalizar dicho período con una cierta diferenciación en la etapa intermedia y los cruzamientos de tres vías se diferencian de los grupos restantes por su menor tasa de maduración.

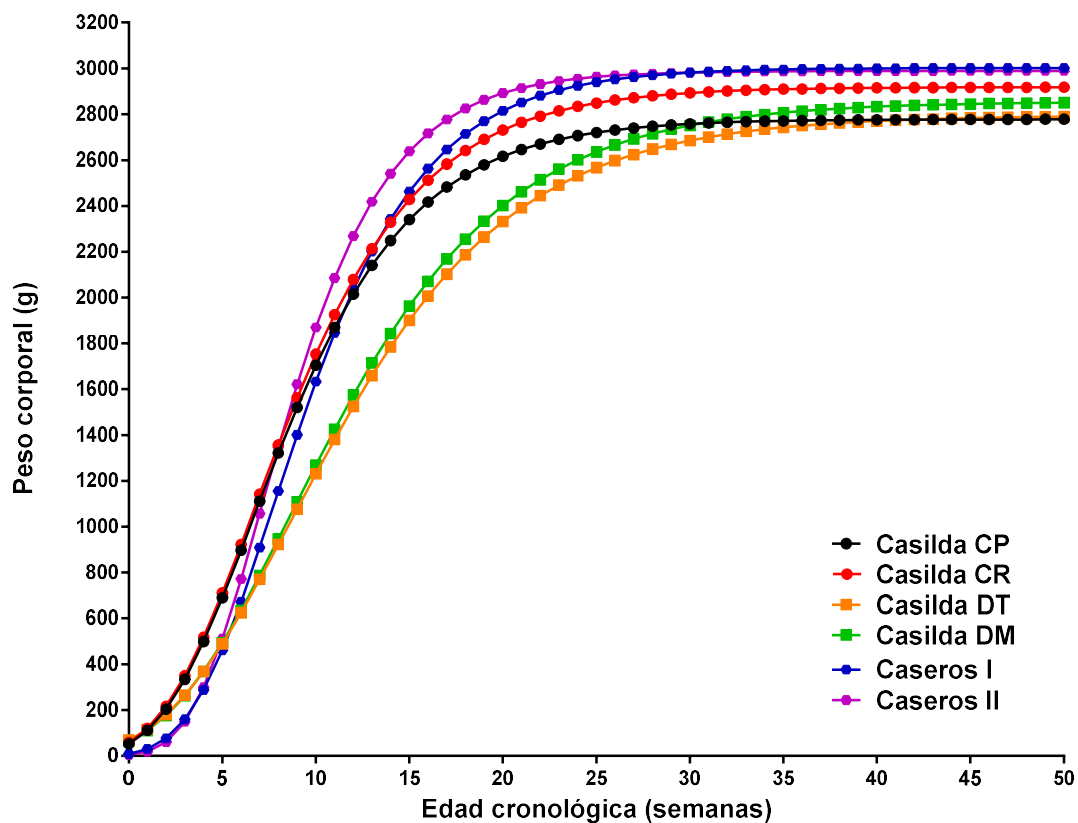


Figura N° 10 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

3.- Patrón de madurez para peso corporal

Las Figuras 11, 12 y 13 muestran las curvas de madurez correspondientes a cada tipo de cruzamiento (cruzamientos simples, cruzamientos de tres vías y cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples) conjuntamente con sus respectivas poblaciones testigo.

La Figura 14 compara las trayectorias de las curvas de madurez de los seis cruzamientos experimentales.

3.1. Cruzamientos simples

Se observa la diferencia de madurez entre los cruzamientos simples tomados en conjunto y los dos grupos genéticos de referencia (cruzamientos experimentales > madurez),

como así también la similar madurez de Casilda CP y Casilda CR por un lado y de Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada por el otro.

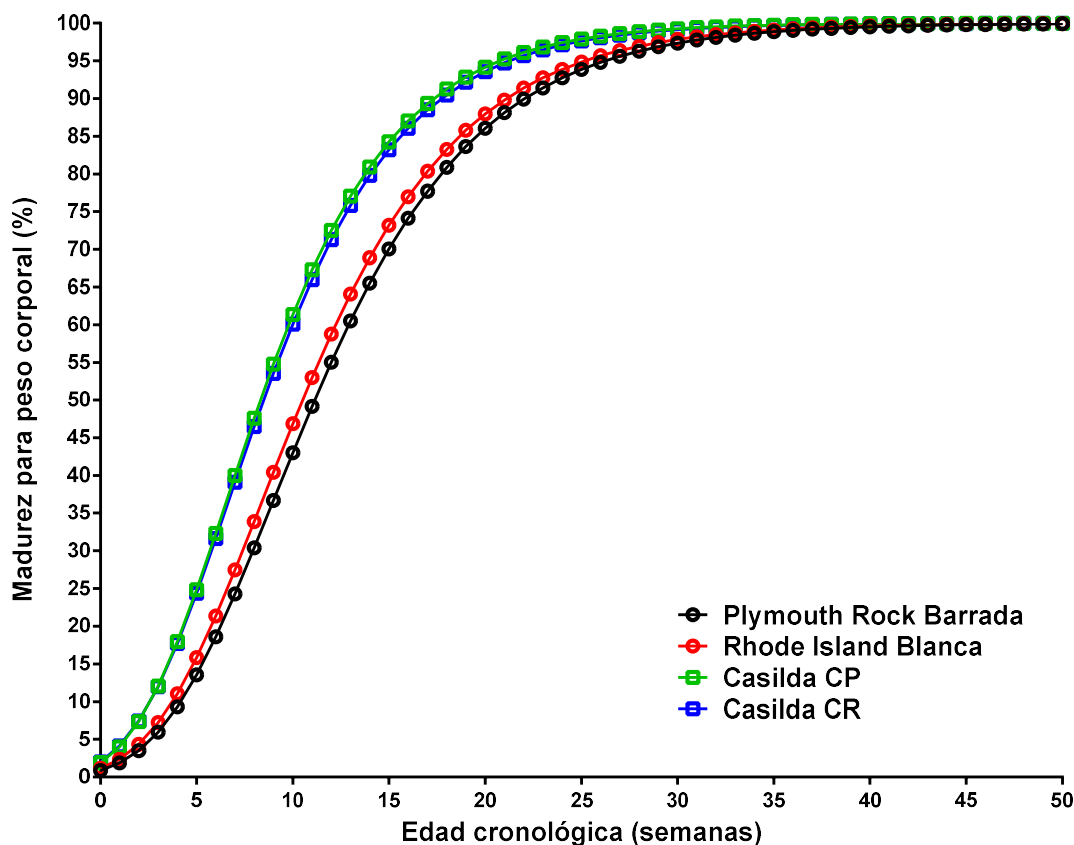


Figura N° 11 - Curvas de madurez para peso corporal de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

3.2. Cruzamientos de tres vías

Se observa (Figura 12) que los cuatro grupos genéticos evaluados -tanto los cruzamientos experimentales Casilda Doña Teresa y Casilda Don Manuel como las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA utilizadas como genotipos de referencia- presentan patrones de aumento de madurez para peso corporal coincidentes.

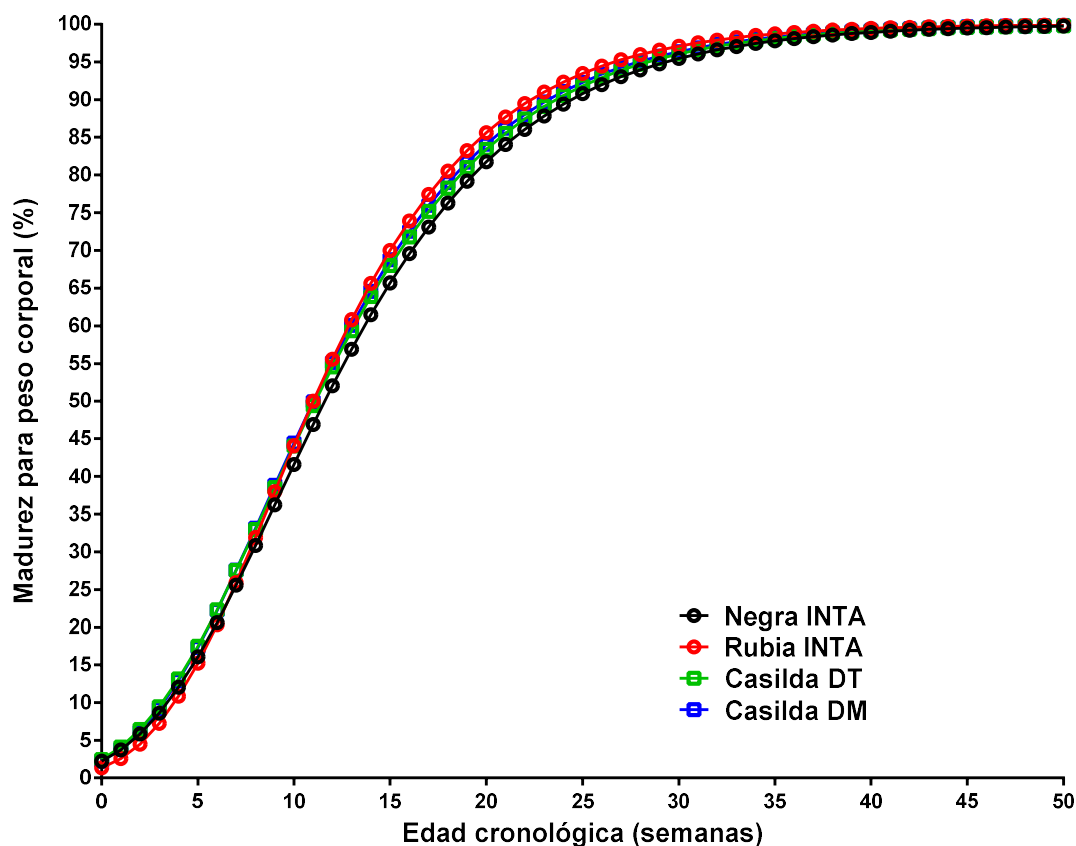


Figura N° 12 - Curvas de madurez para peso corporal de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

3.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

Los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR presentaron mayor madurez que las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA utilizadas como genotipos de referencia (Figura 13).

La leve supremacía manifestada por la combinación Caseros II no resultó estadísticamente significativa.

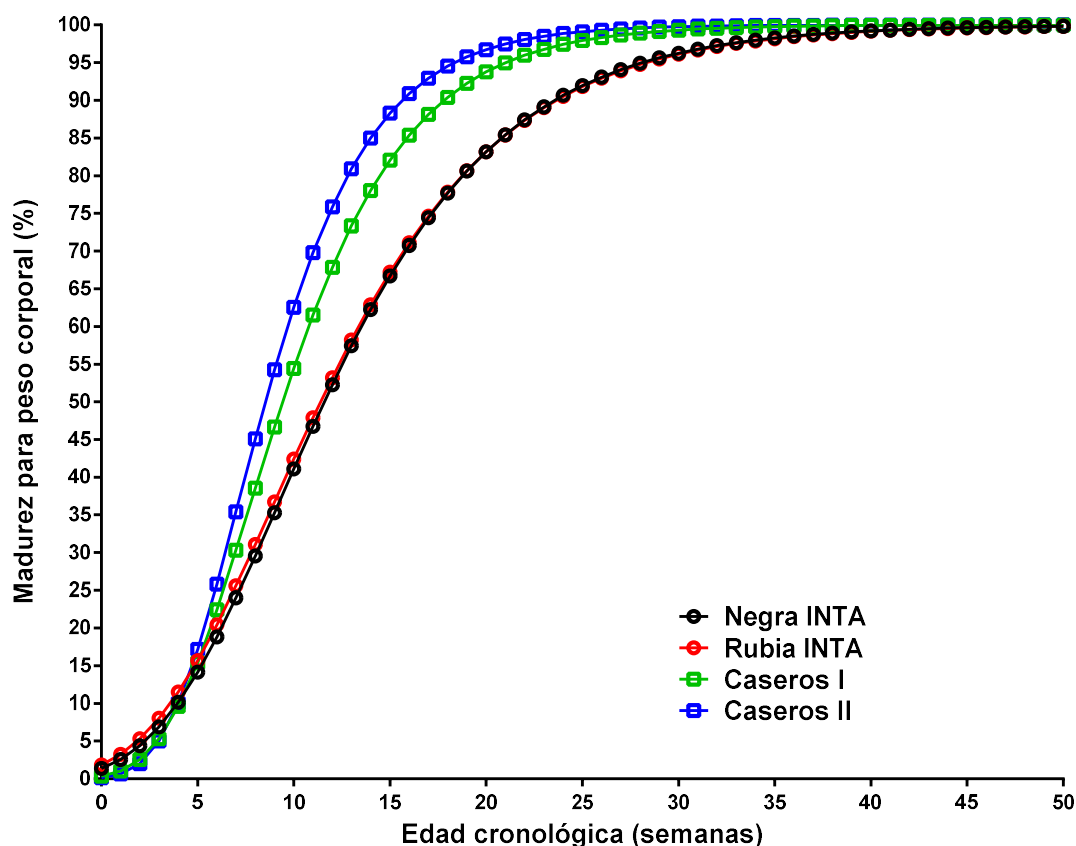


Figura N° 13 - Curvas de madurez para peso corporal de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

3.4. Resumen general

Los cruzamientos simples Casilda CR y Casilda CP y los cruzamientos recíprocos entre ellos -Caseros I y Caseros II- presentaron similares patrones de aumento de madurez en peso corporal.

Por su parte, los cruzamientos experimentales de tres vías -Casilda Doña Teresa y Casilda Don Manuel- mostraron un comportamiento diferente al de los cuatro grupos restantes antes mencionados, con menor madurez, sin diferenciarse entre ellos.

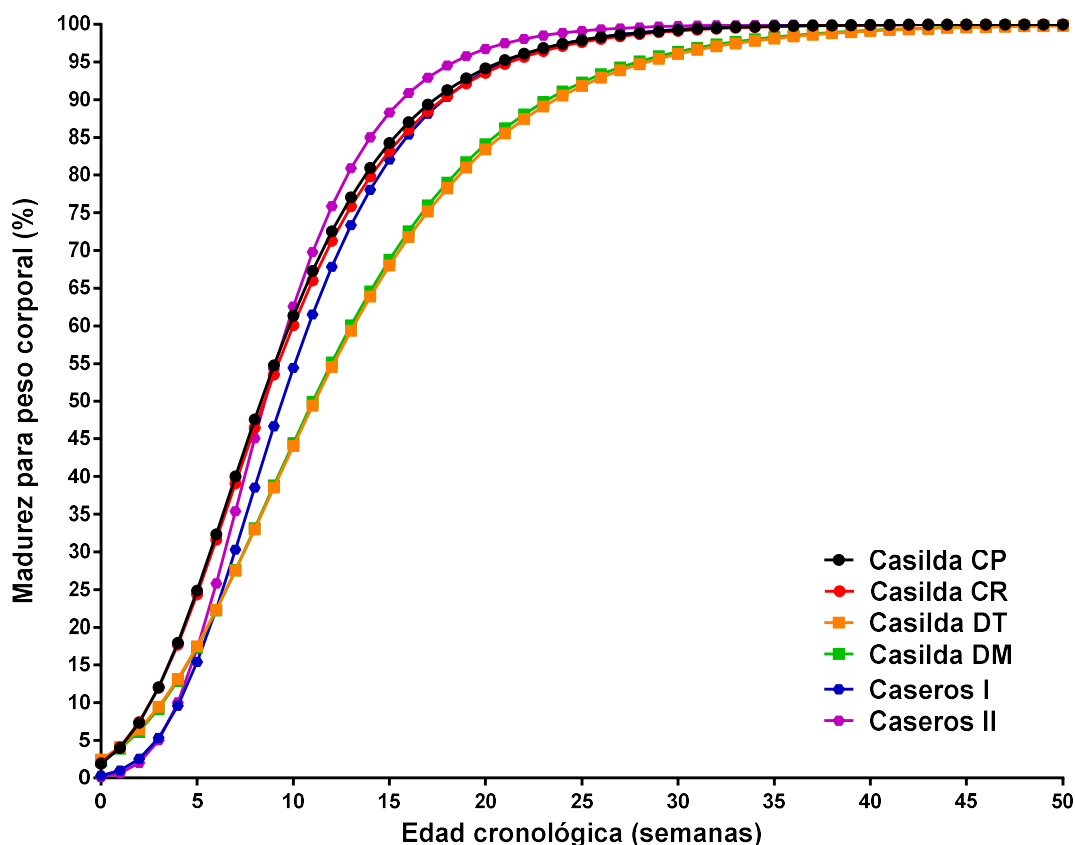


Figura N° 14 - Curvas de madurez para peso corporal de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

4.- Patrón de uniformidad en peso corporal

4.1. Indicador 1 - Uniformidad interna

Las Figuras 15, 16 y 17 resumen, en forma comparativa, el comportamiento de los patrones del coeficiente de variación del peso corporal de las aves de los cruzamientos simples, de las correspondientes a los cruzamientos de tres vías y de aquellas provenientes de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, junto con sus respectivas poblaciones de referencia, respectivamente.

4.1.1. Cruzamientos simples

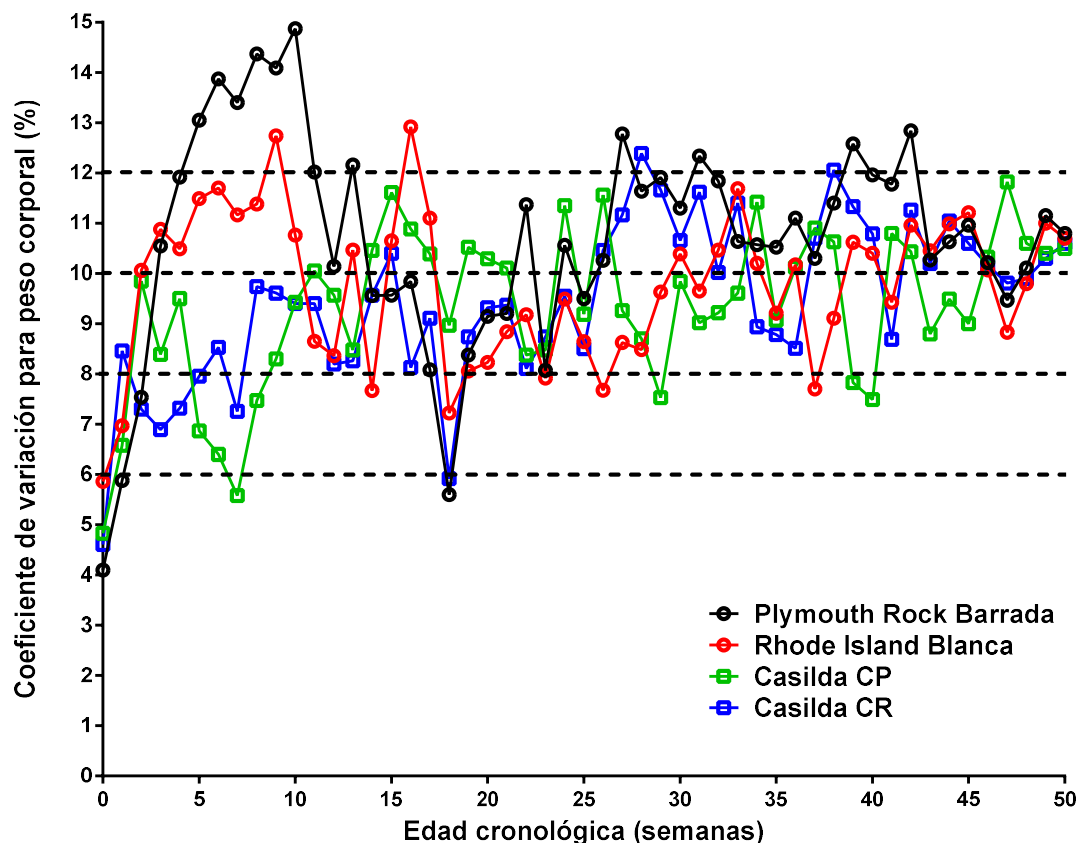


Figura N° 15 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Los diferentes grupos presentaron valores de uniformidad interna entre uniformes y de uniformidad moderada ($CV = 8-12\%$), en la mayor parte del período estudiado.

Entre las semanas 5 y 12 las dos poblaciones de referencia presentaron picos de desuniformidad evidenciable por un aumento del coeficiente de variación para peso corporal particularmente evidente en el caso de las aves Plymouth Rock Barradas que superaron el umbral superior del 12%. En el mismo lapso, las aves producto de los cruzamientos experimentales mostraron un aumento de su uniformidad, particularmente evidente en el caso del híbrido Casilda CP que llegó a presentar valores del coeficiente de variación para peso corporal inferiores al 6%.

4.1.2. Cruzamientos de tres vías

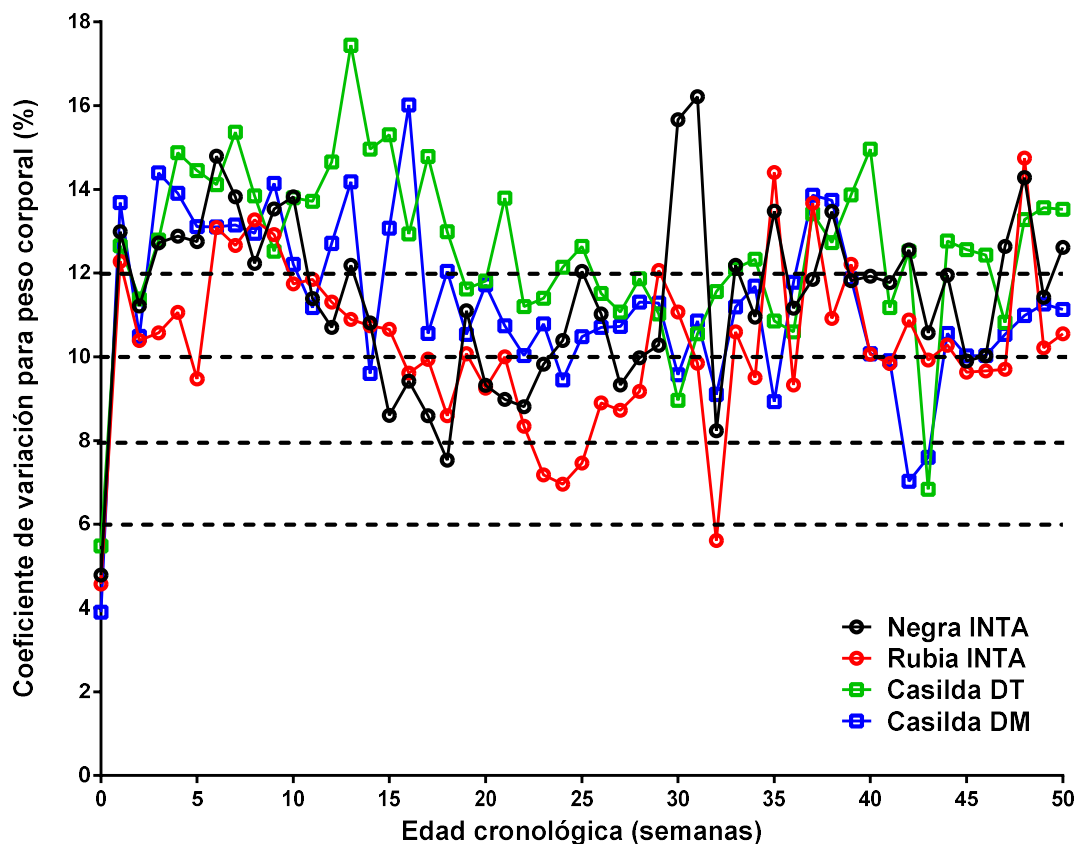


Figura N° 16 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Los diferentes grupos presentaron valores de uniformidad interna entre uniformes y de uniformidad moderada ($CV = 8-12\%$) en parte del período estudiado así como valores de uniformidad deficiente ($CV > 12\%$), particularmente en el caso de los híbridos experimentales. Casilda Doña Teresa tendió a presentar menor uniformidad (mayor coeficiente de variación para peso corporal) que Casilda Don Manuel.

4.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

Las ponedoras autosexantes presentaron valores de uniformidad interna entre uniformes y de uniformidad moderada ($CV = 8-12\%$) mientras que Caseros I y Caseros II

mostraron valores de uniformidad deficiente ($CV > 12\%$), en gran parte del período estudiado.

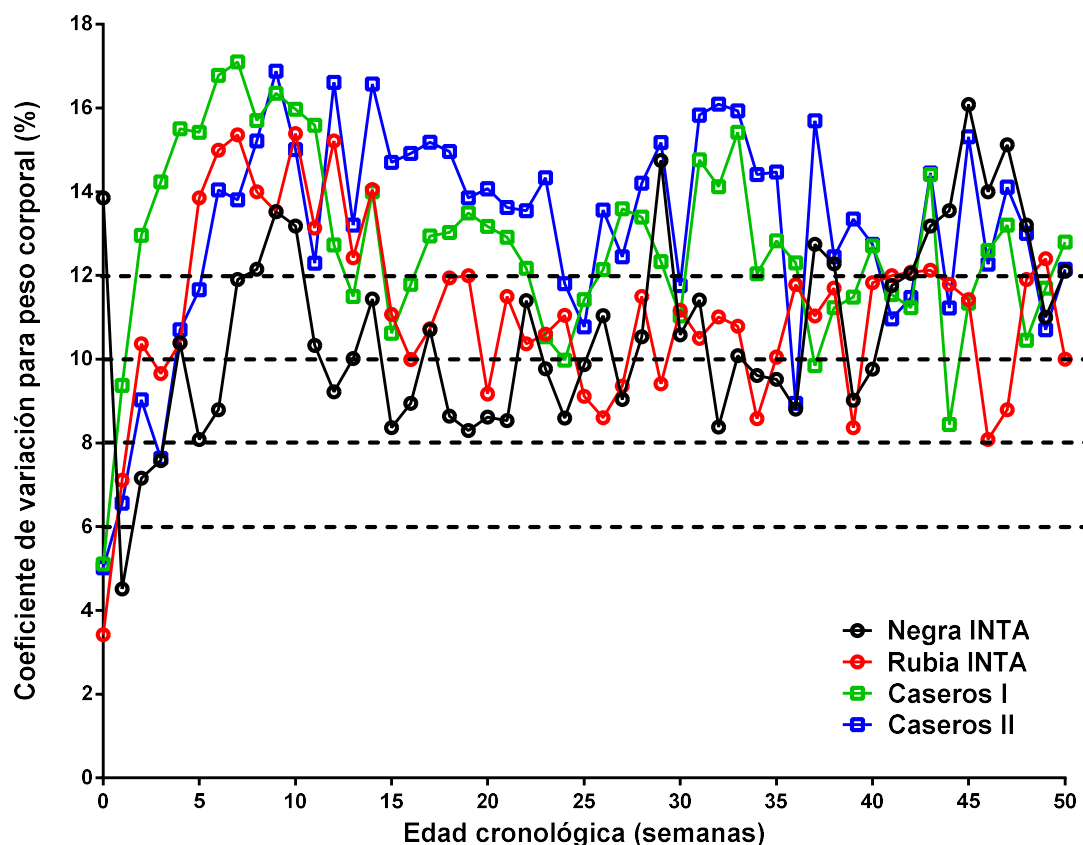


Figura N° 17 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

4.1.4 Resumen general

A modo de resumen, la Figura 18 describe esquemáticamente el comportamiento dinámico de la uniformidad interna para peso corporal de las aves de los seis cruzamientos experimentales.

Los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR presentaron mayor uniformidad (menor CV) que los cuatro grupos restantes dado que al no superar el valor del 12% no llegaron a categorizar como de uniformidad deficiente lo que si fue evidente tanto para los

cruzamientos de tres vías –Casilda DT y Casilda DM- como para los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, Caseros I y Caseros II.

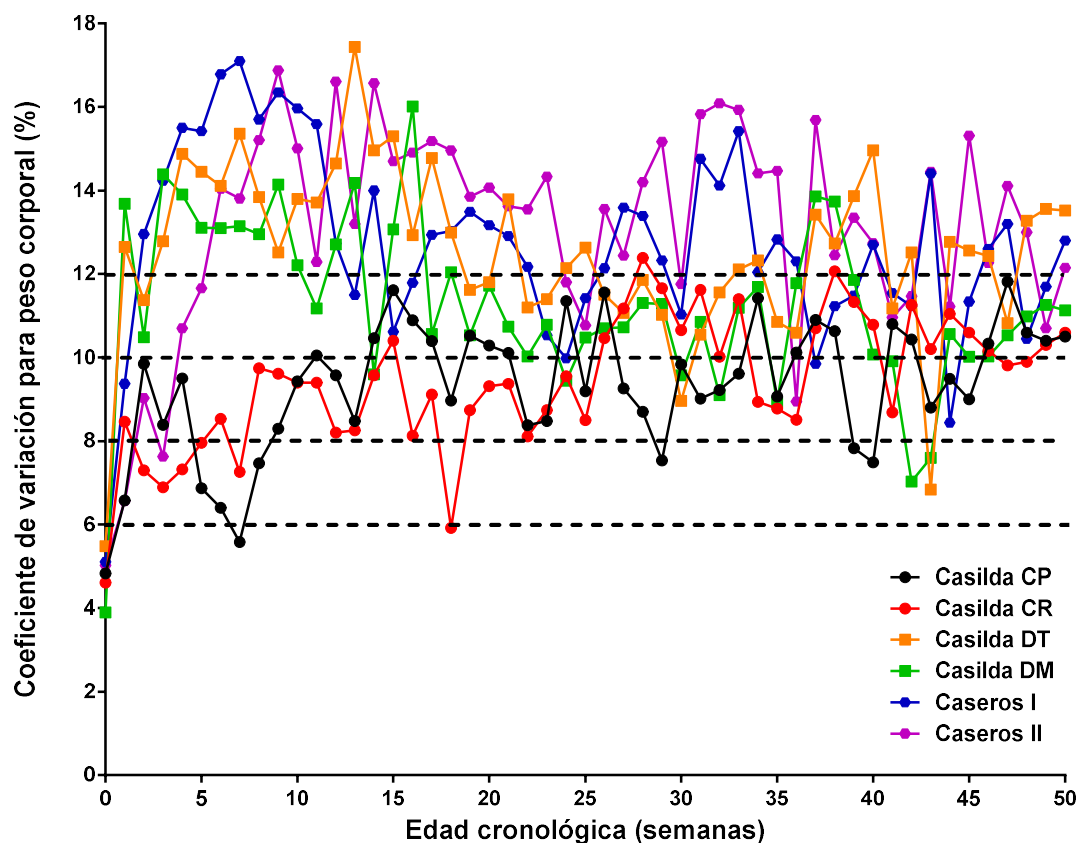


Figura N° 18 - Patrón de uniformidad interna para peso corporal de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Las Figuras 19, 20, 21 y 22 muestran las áreas bajo las curvas definidas por el perfil dinámico del coeficiente de variación en cada grupo de cruzamientos y sus poblaciones de referencia y en los seis grupos experimentales, respectivamente.

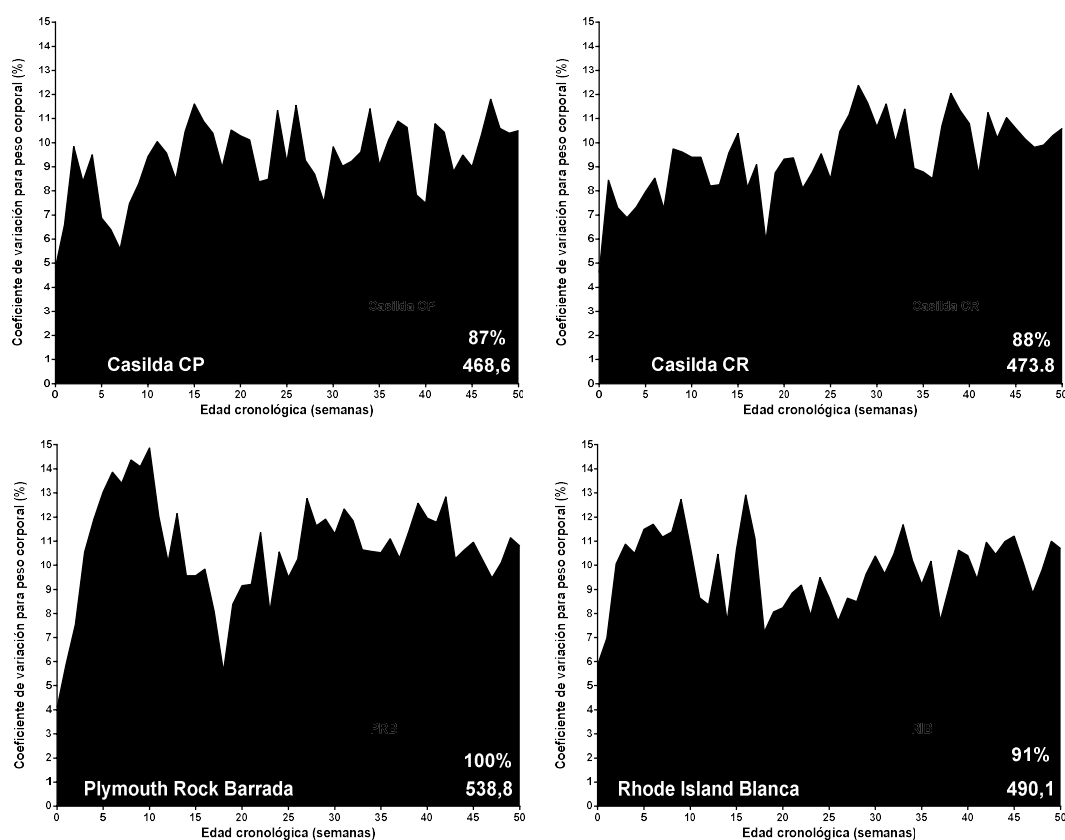


Figura N° 19 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Las aves Plymouth Rock Barrada presentaron la menor uniformidad general (mayor área), seguidas de las aves Rhode Island Blancas y finalmente, con la mayor uniformidad relativa se ubicaron los cruzamientos simples. Ordenadas por su uniformidad relativa para peso corporal global para todo el período la secuencia es Casilda CP > Casilda CR > Rhode Island Blanca > Plymouth Rock Barrada.

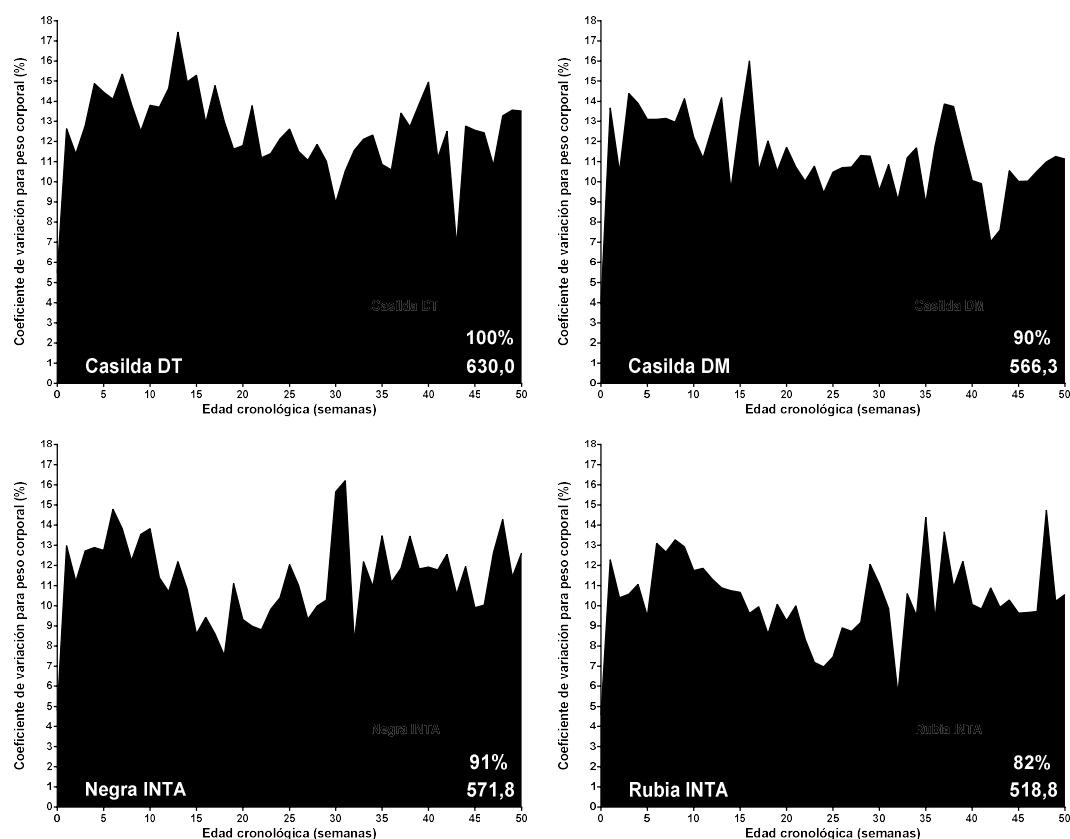


Figura N° 20 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Casilda DT presentó la menor uniformidad (mayor CV) global. Casilda DM y Negra INTA presentaron mayor uniformidad sin prácticamente diferenciarse entre ellos, en tanto que la mayor uniformidad interna (menor CV) global correspondió a la ponedora autosexante Rubia INTA.

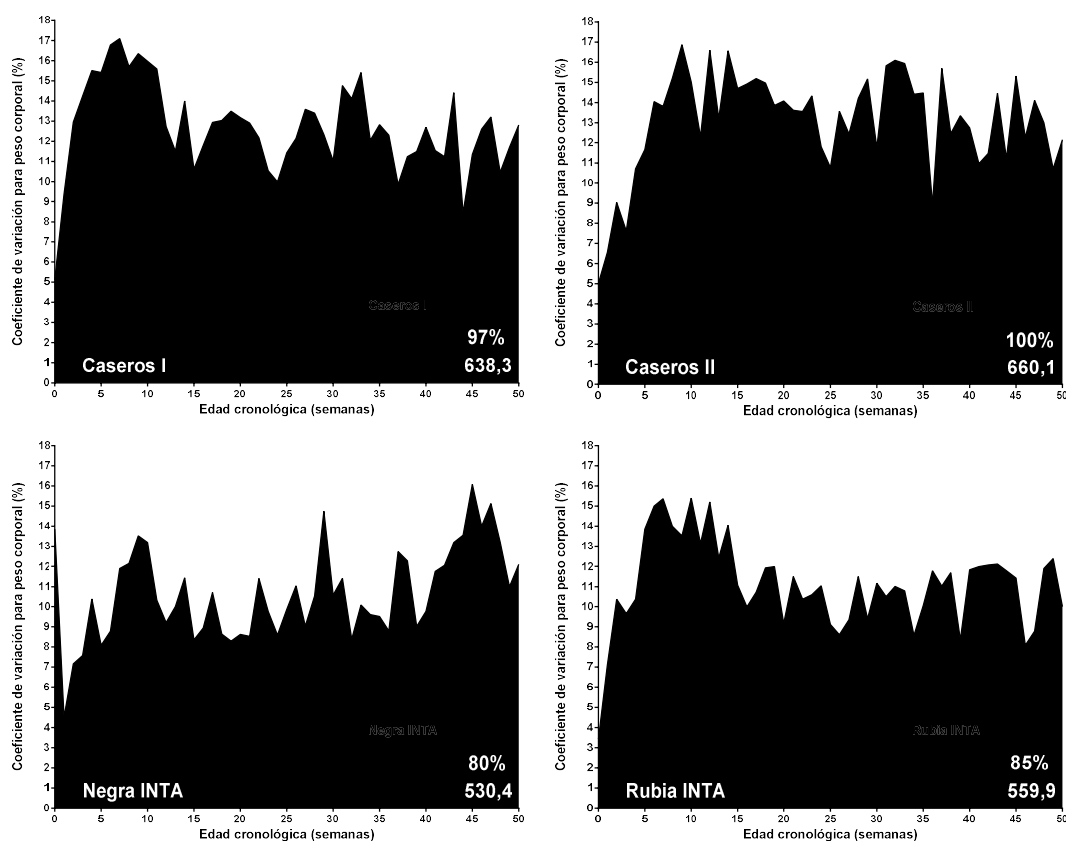


Figura N° 21 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Los cruzamientos recíprocos Caseros I y Caseros II presentaron la menor uniformidad (mayor CV) global (Caseros I > Caseros II) correspondiendo a ambas ponedoras autosexantes mayor valor de uniformidad global (Negra INTA > Rubia INTA).

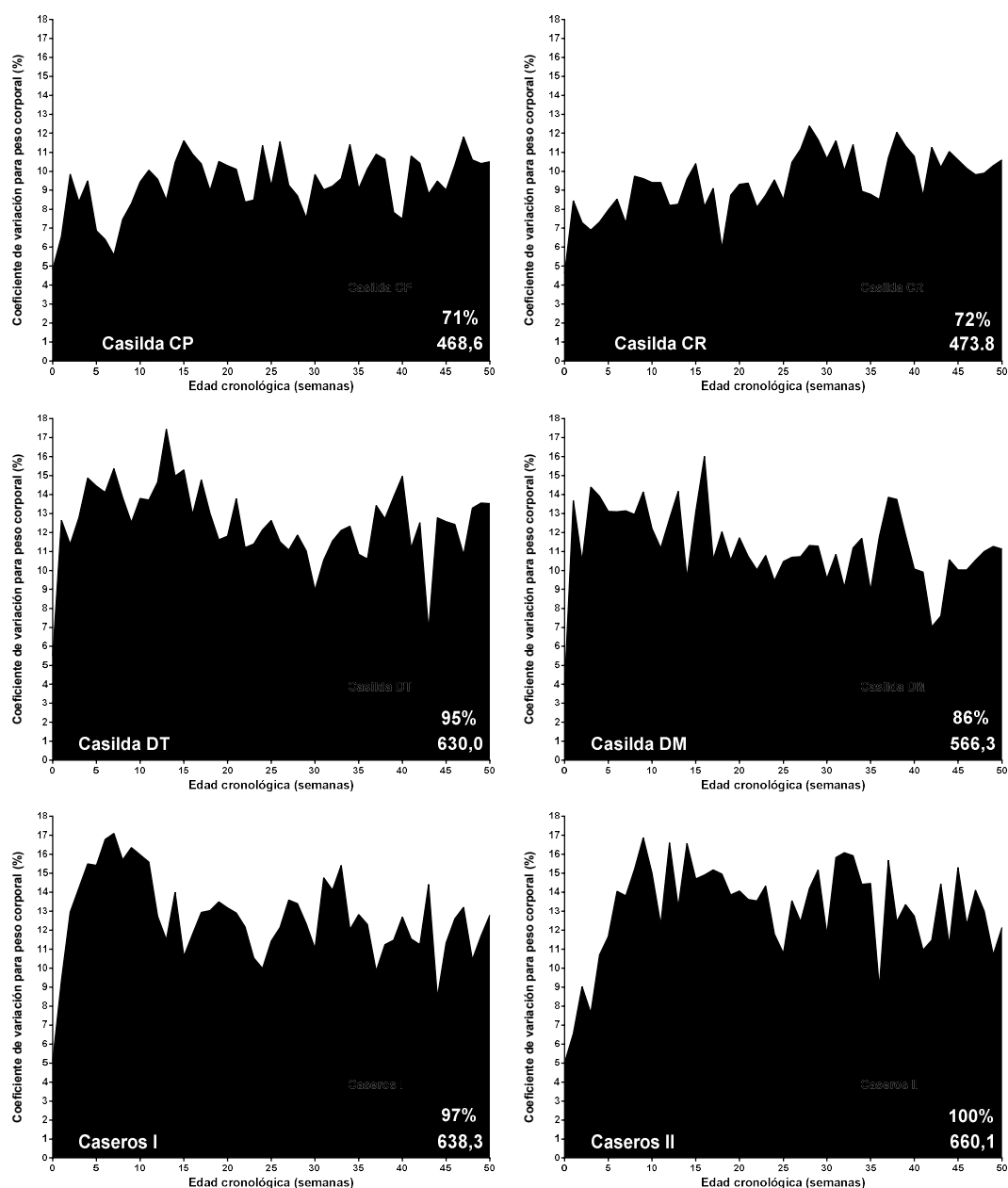


Figura N° 22 - Área bajo la curva definida por el perfil del coeficiente de variación para peso corporal en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR presentaron la mayor uniformidad interna global ($< CV$) y los cruzamientos recíprocos entre ellos la menor uniformidad.

4.2. Indicador 2 – Coeficiente de uniformidad del 10%

4.2.1. Cruzamientos simples

La Figura 23 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 10% (CU10) en los cruzamientos simples junto con sus respectivas poblaciones de referencia. La Figura 24 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

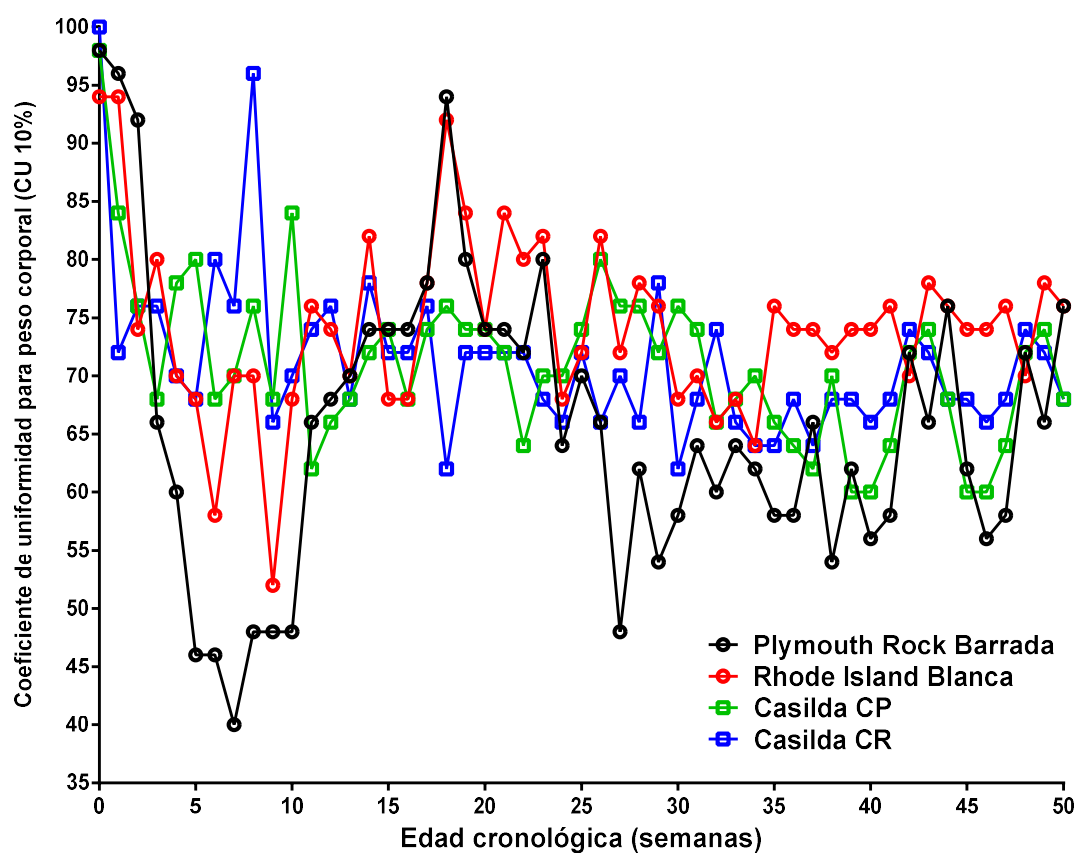


Figura N° 23 - Coeficiente de uniformidad del 10% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

El CU10 mostró notorias oscilaciones a lo largo del lapso de control particularmente en el caso de las aves Plymouth Rock Barrada y en la primera parte del ciclo.

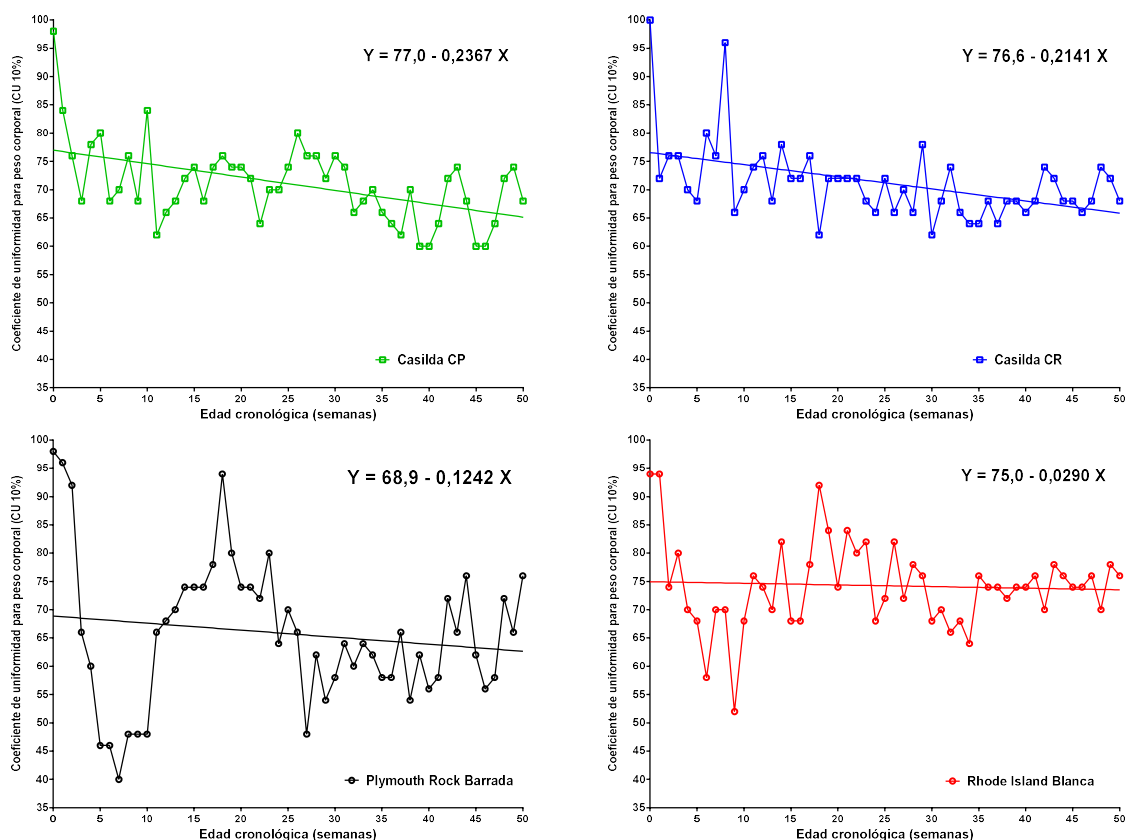


Figura N° 24 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Si bien en los cuatro grupos genéticos las pendientes estimadas presentaron signo negativo, las mismas fueron significativamente diferente de cero en los dos cruzamientos experimentales (Casilda CP: $F = 16,2$; $P = 0,0002$ - Casilda CR: $F = 13,1$; $P = 0,0007$) y no difirieron significativamente de cero en las dos poblaciones de referencia (Plymouth Rock Barrada: $F = 1,026$; $P = 0,316$ – Rhode Island Blanca: $F = 0,154$; $P = 0,696$).

En el caso de las aves PRB se rechazó la hipótesis de linealidad hecho atribuible al comportamiento del indicador en la etapa improductiva del ciclo (lapso previo a la madurez sexual) hecho que impidió incluirlas en la comparación de los patrones observados.

La comparación de los parámetros de la función lineal de ambos cruzamientos experimentales y RIB mostró diferencias significativas entre las pendientes ($F = 3,137$; $P = 0,046$) atribuibles a que las mismas fueron negativas y significativas en el caso de Casilda CP y Casilda CR y no significativamente diferente de cero en la población de referencia. La comparación de dichos parámetros en los cruzamientos experimentales mostró ausencia de diferencias significativas en las pendientes ($F = 0,073$; $P = 0,787$) lo que permitió calcular una pendiente común para ambos ($b \text{ común} = -0,2254$) y comparar las alturas de ambas rectas las que tampoco difirieron significativamente ($F = 0,016$; $P = 0,898$) presentando una ordenada al origen común igual a 76,8.

4.2.2. Cruzamientos de tres vías

La Figura 25 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 10% (CU10) en los cruzamientos experimentales de tres vías junto con sus respectivas poblaciones de referencia.

La Figura 26 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

El indicador de uniformidad (CU10) mostró oscilaciones a lo largo del lapso de control. Las dos ponedoras autosexantes utilizadas como referencia presentaron pendientes negativas no significativamente diferente de cero en el caso de Negra INTA ($F = 2,614$; $P = 0,112$) y diferente de cero en el caso de Rubia INTA ($F = 9,07$; $P = 0,004$). Los cruzamientos experimentales, por el contrario, presentaron pendientes positivas y no significativas en ambos casos (Casilda DT: $F = 0,048$; $P = 0,827$ – Casilda DM: $F = 0,314$; $P = 0,578$). A excepción de Negra INTA no se rechazó la hipótesis de linealidad lo que permitió comparar el comportamiento de Rubia INTA y de los dos cruzamientos de tres vías los que difirieron significativamente en el valor de la pendiente de regresión ($F = 4,188$; $P = 0,017$) atribuible a la tendencia significativa a disminuir el valor del indicador en función de la edad cronológica en el caso del grupo de referencia (pendiente negativa) y a mantener los valores del mismo en el caso de los cruzamientos experimentales (pendientes no significativamente diferentes de cero). La comparación de los cruzamientos de tres vías mostró ausencia de diferencias significativas en las pendientes ($F = 0,072$; $P = 0,789$) con una pendiente común $b_c = 0,0384$ como así también ausencia de diferencias significativas entre las alturas de las respectivas rectas de regresión ($F = 2,777$; $P = 0,099$) con una ordenada al origen común igual a 62,4.

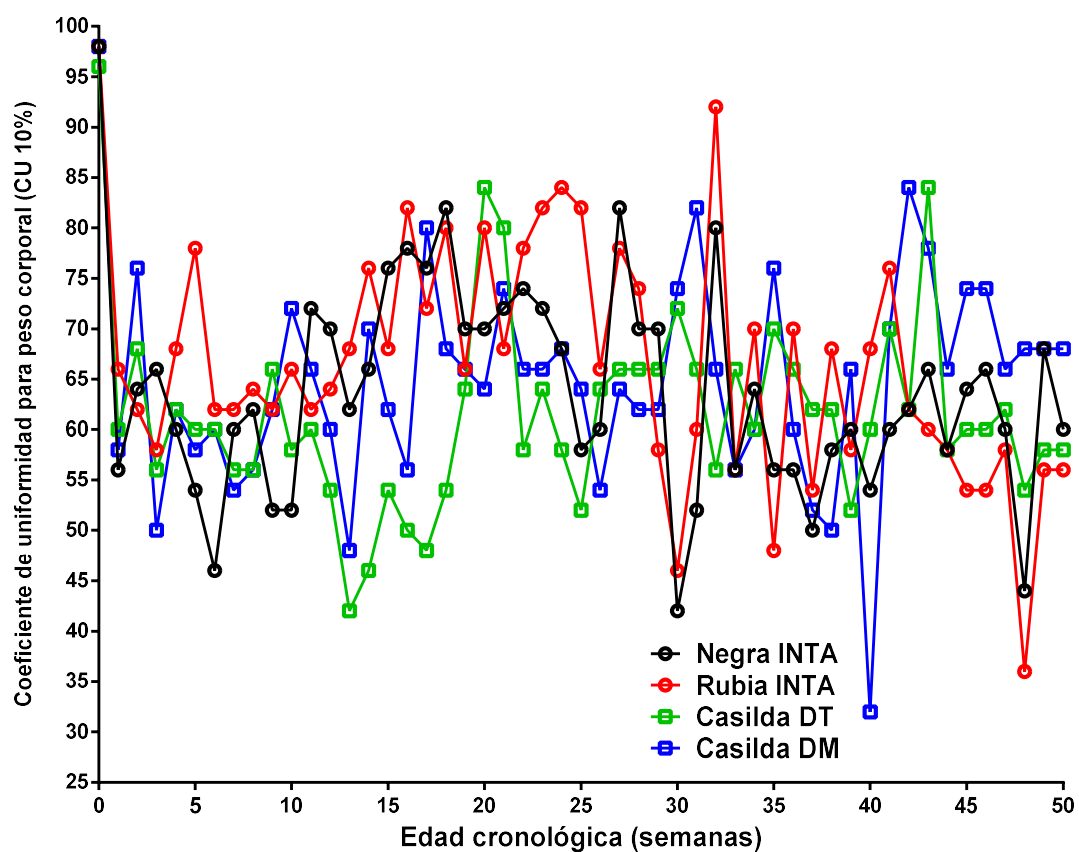


Figura N° 25 - Coeficiente de uniformidad del 10% de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

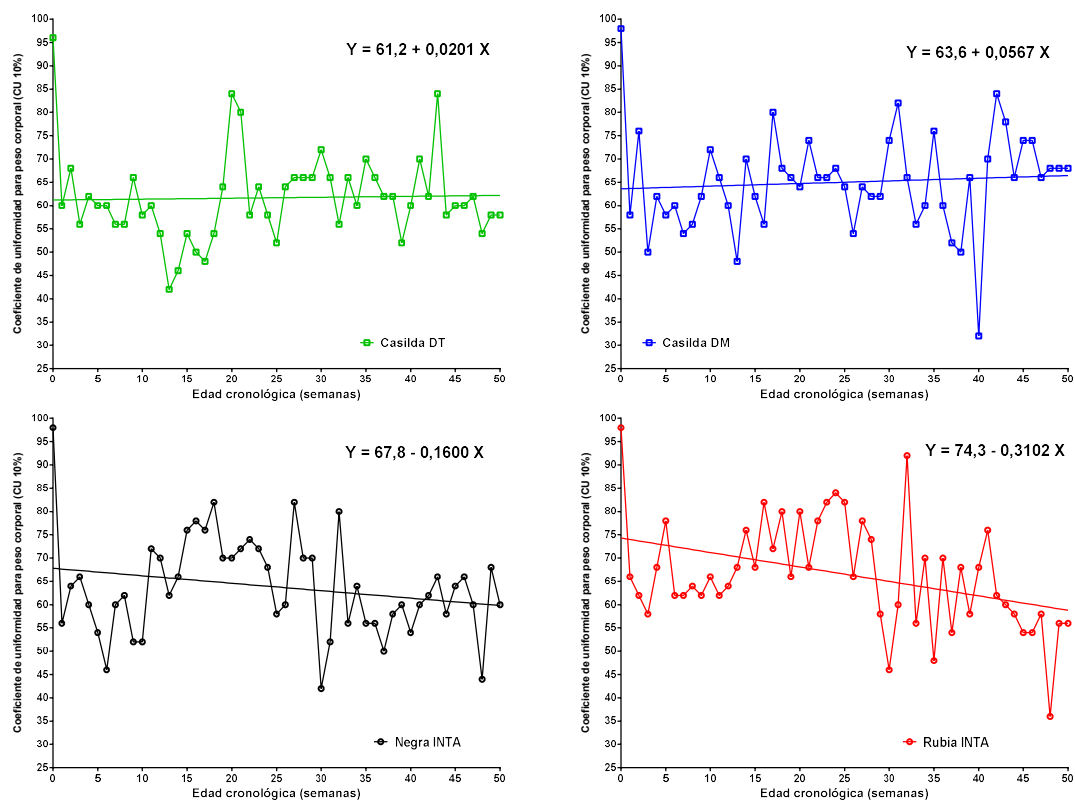


Figura N° 26 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

4.2.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Figura 27 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 10% (CU10) en los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR junto con sus respectivas poblaciones de referencia.

La Figura 28 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

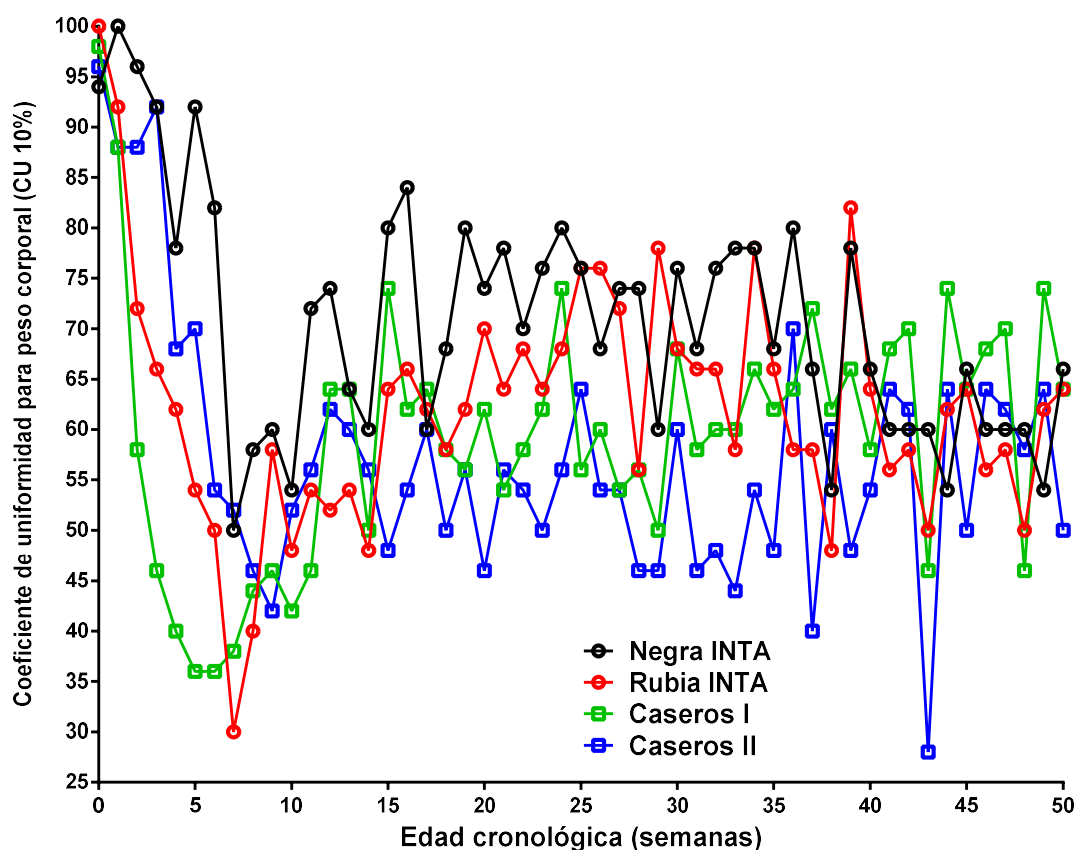


Figura N° 27 - Coeficiente de uniformidad del 10% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en dos genotipos de referencia

También en este caso se reitera el comportamiento ampliamente oscilatorio del indicador de uniformidad. Con elevados niveles iniciales, una caída brusca de su valor en la

porción inicial del período de cría seguida de una relativa recuperación y una cierta estabilidad durante el período productivo.

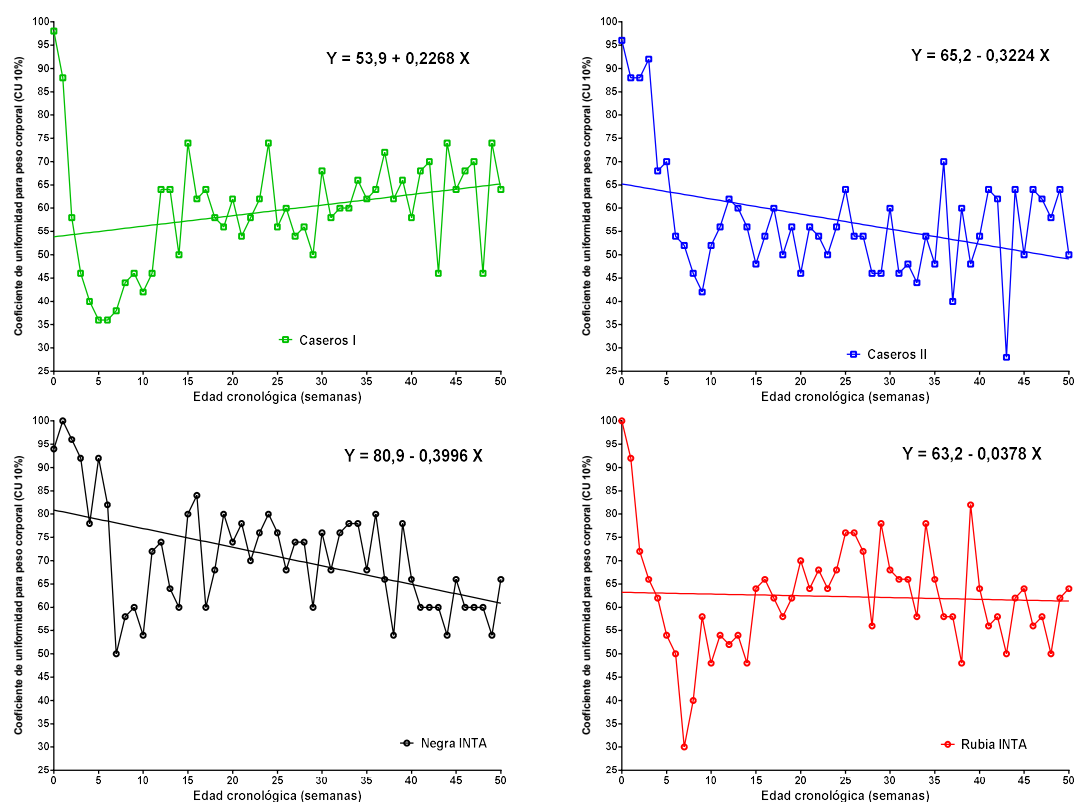


Figura N° 28 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

De las dos ponedoras autosexantes utilizadas como referencia Negra INTA presentó pendiente negativa y significativamente diferente de cero ($F = 16,4$; $P = 0,0002$) mientras que en el caso de Rubia INTA la pendiente, si bien negativa, no difirió en forma significativo de cero ($F = 0,108$; $P = 0,743$). De los cruzamientos recíprocos Caseros I presentó pendiente positiva y Caseros II pendiente negativa, significativas en ambos casos (Caseros I: $F = 3,926$; $P = 0,050$ – Caseros II: $F = 7,922$; $P = 0,007$). A excepción de Rubia INTA no se rechazó la hipótesis de linealidad lo que permitió comparar el comportamiento de Negra INTA y de los dos cruzamientos recíprocos los que difirieron significativamente en el valor de la pendiente de regresión ($F = 9,735$; $P = 0,0001$). La comparación de los cruzamientos recíprocos mostró diferencias significativas en las pendientes ($F = 11,5$; $P = 0,001$). Negra INTA y Caseros II presentaron pendientes negativas y significativas sin diferenciarse entre ellos ($F = 0,261$; $P = 0,610$) con una pendiente común $bc = -0,3610$. Ambos grupos genéticos difirieron en las alturas de las respectivas rectas de regresión ($F = 38,6$; $P < 0,0001$) correspondiendo mayor ordenada (mayor uniformidad inicial) al grupo de referencia.

4.2.4. Resumen general

Como resumen, la Figura 29 presenta los ajustes lineales correspondientes a las aves de los seis cruzamientos experimentales.

Se observan:

- (a) las trayectorias de pendientes negativas y coincidentes de los dos cruzamientos simples que, además, muestran mayor uniformidad para peso corporal,
- (b) la trayectoria también de pendiente negativa correspondiente a Caseros II uno de los dos cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, con una altura notoriamente inferior a la de ambos progenitores (menor uniformidad),
- (c) las trayectorias de pendiente positiva de los dos cruzamientos experimentales de tres vías y del otro cruzamiento recíproco entre los cruzamientos simples (Caseros I).

Los dos cruzamientos simples, los dos cruzamientos de tres vías y Caseros I convergen al final del primer ciclo de postura hacia un valor común del indicador próximo a una uniformidad del 65%, diferenciándose de Caseros II que comienza con esos valores promedio de uniformidad y finaliza con valores inferiores al 50%.

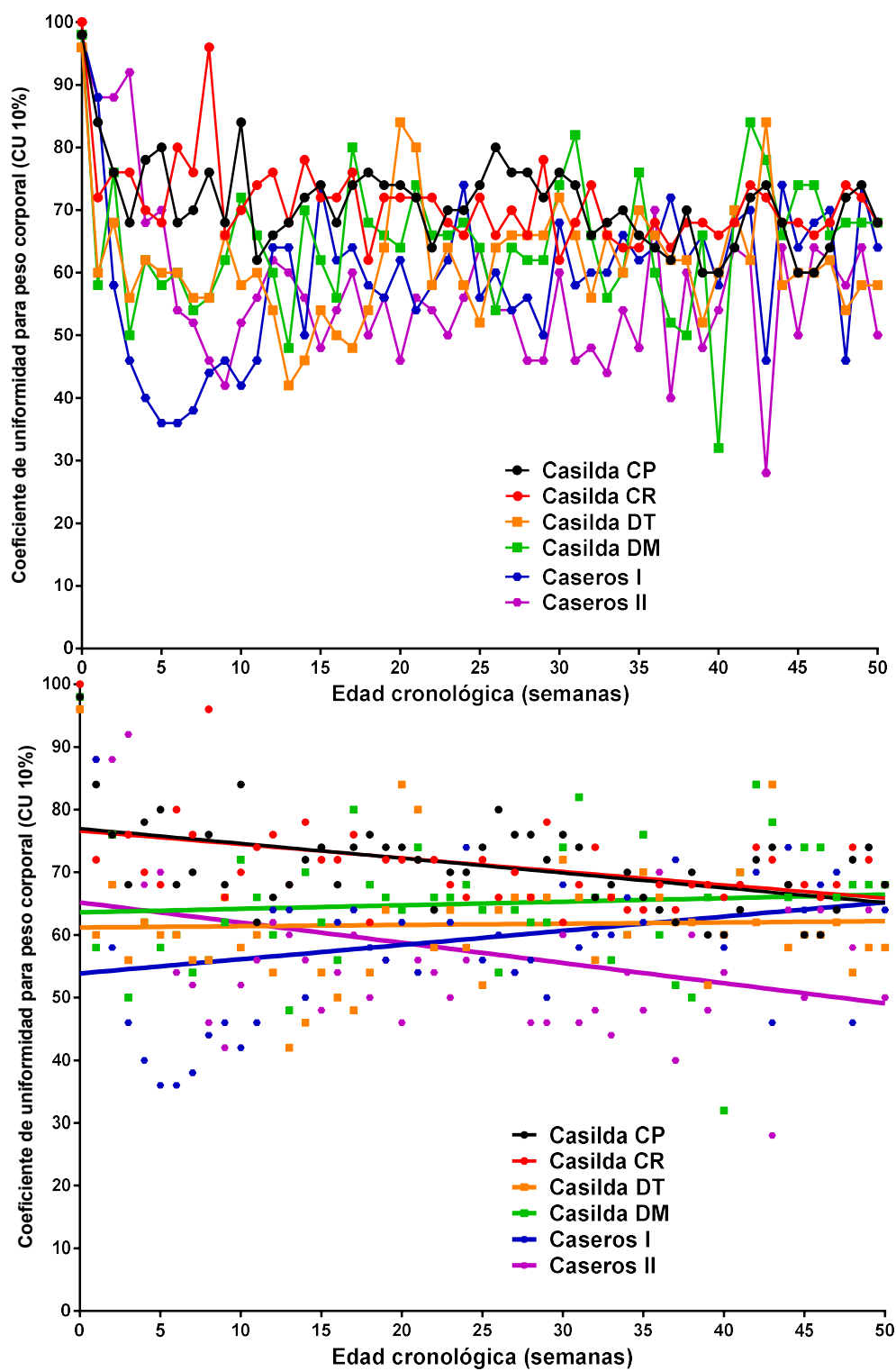


Figura N° 29 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 10% en función de la edad cronológica, en los seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

4.3. Indicador 3 – Coeficiente de uniformidad del 15%

4.3.1. Cruzamientos simples

La Figura 30 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 15% (CU15) en los cruzamientos simples junto con sus respectivas poblaciones de referencia.

La Figura 31 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

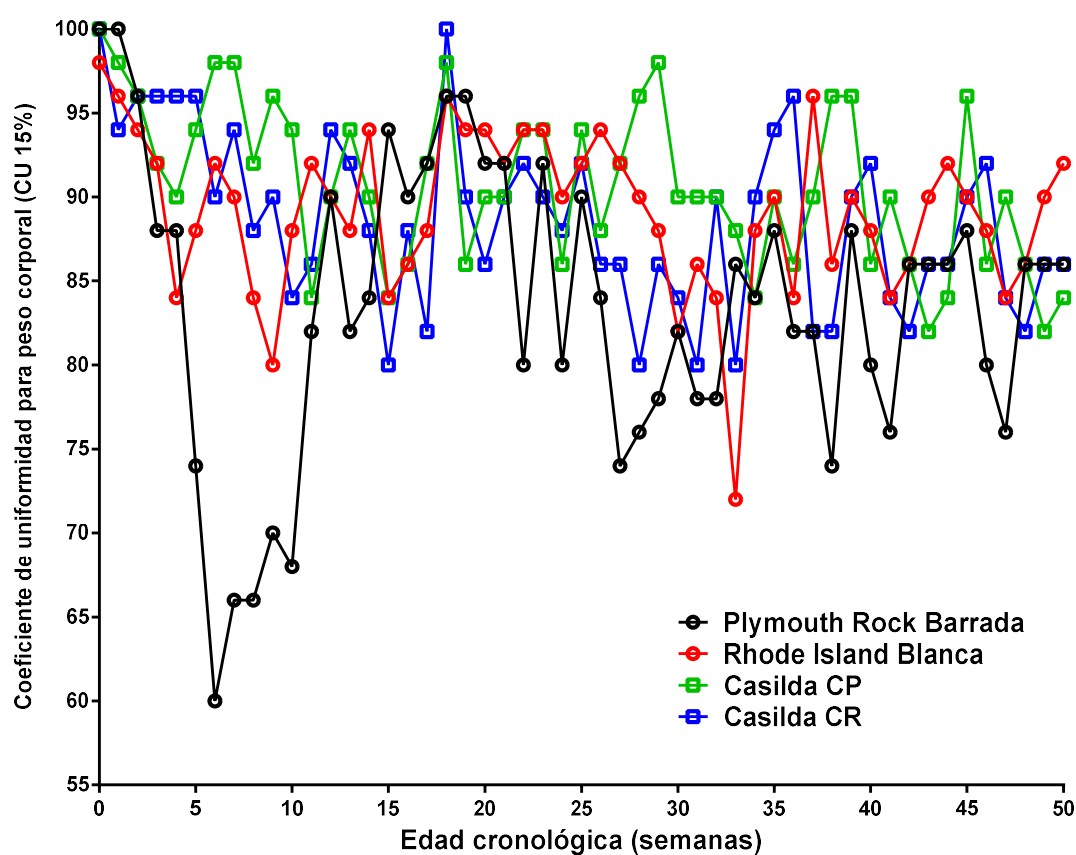


Figura N° 30 - Coeficiente de uniformidad del 15% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

El CU15 mostró oscilaciones a lo largo del lapso de control destacándose en particular el comportamiento de las aves Plymouth Rock Barrada en las primeras 13 semanas de vida.

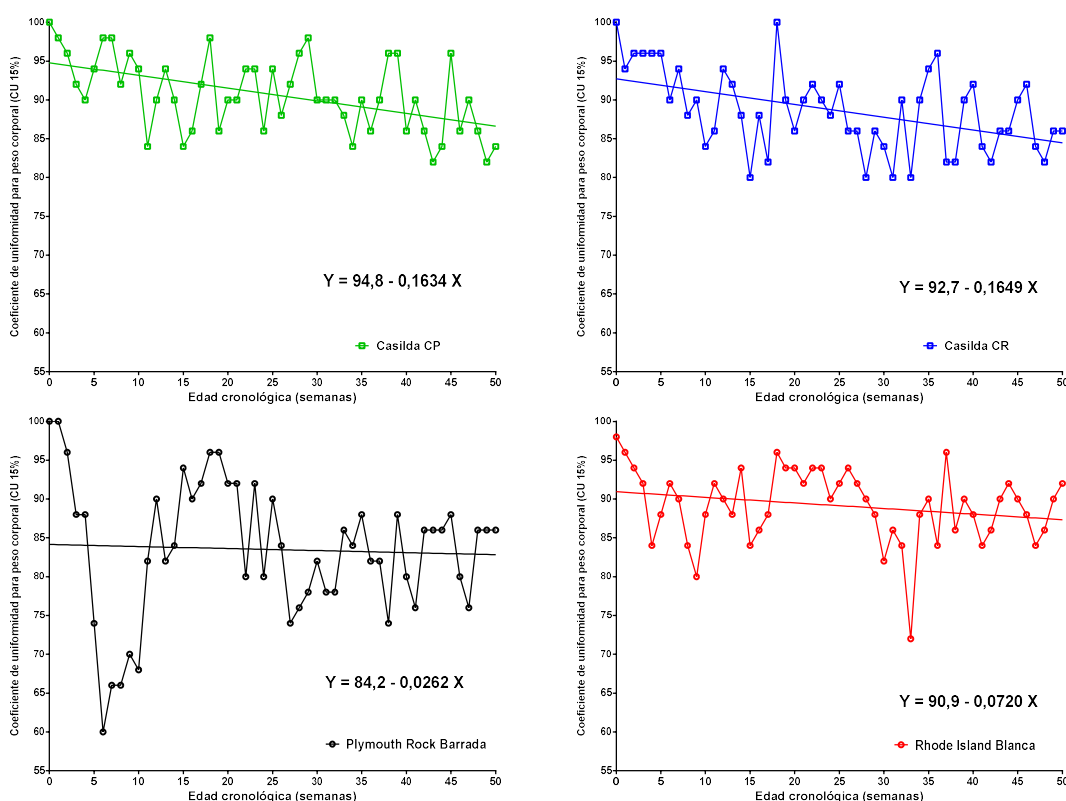


Figura N° 31 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

Las pendientes estimadas presentaron signo negativo en los cuatro grupos genéticos, fueron significativamente diferentes de cero en los dos cruzamientos experimentales (Casilda CP: $F = 16,6$; $P = 0,0002$ - Casilda CR: $F = 13,6$; $P = 0,0006$) y no difirieron de cero en las dos poblaciones de referencia (Plymouth Rock Barrada: $F = 0,097$; $P = 0,757$ – Rhode Island Blanca: $F = 2,619$; $P = 0,112$). Tanto en el caso de RIB como en el de PRB se rechazó la hipótesis de linealidad lo que impidió incluir a las aves de estos dos grupos en la comparación de los patrones observados.

La comparación de los parámetros de la función lineal de ambos cruzamientos experimentales no mostró diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,0006$; $P = 0,981$) con una pendiente común a ambos igual a $-0,1642$. La comparación de las alturas de

las respectivas rectas de regresión fue significativa ($F = 5,783$; $P = 0,018$) presentando Casilda CP mayor ordenada al origen.

4.3.2. Cruzamientos de tres vías

La Figura 32 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 15% (CU15) en los cruzamientos experimentales de tres vías junto con sus respectivas poblaciones de referencia.

La Figura 33 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

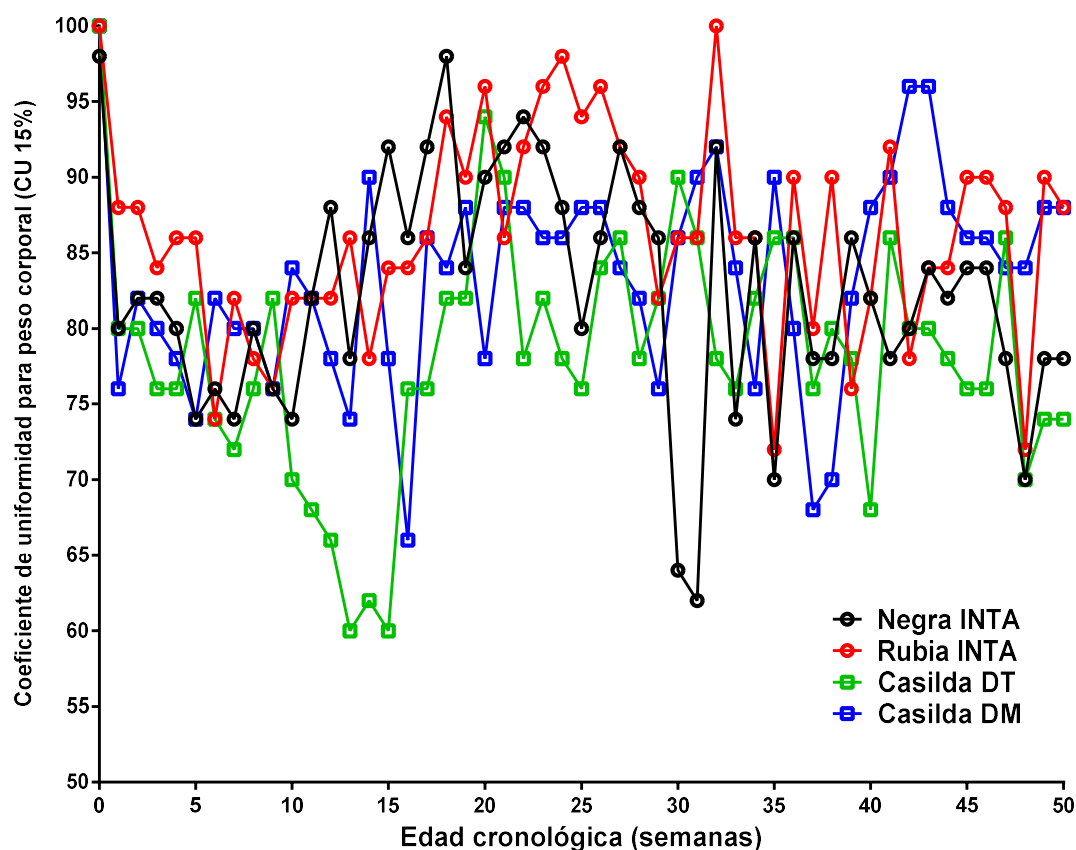


Figura N° 32 - Coeficiente de uniformidad del 15% de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

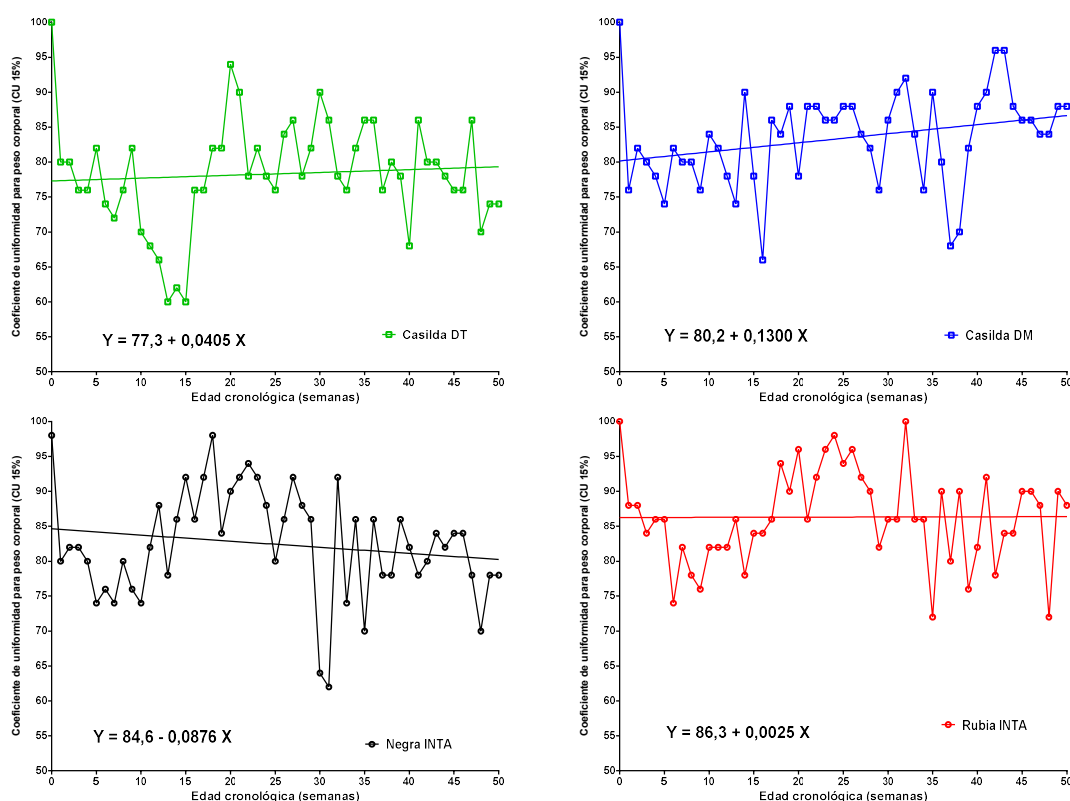


Figura N° 33 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

El indicador de uniformidad (CU15) mostró oscilaciones a lo largo del lapso de control. Las dos ponedoras autosexantes utilizadas como referencia presentaron pendientes de diferente signo pero en ambos casos las mismas no difirieron significativamente de cero (Negra INTA: $F = 1,416$; $P = 0,240$ - Rubia INTA: $F = 0,002$; $P = 0,969$). Los híbridos experimentales presentaron pendientes positivas no significativa en el caso de Casilda DT ($F = 0,291$; $P = 0,592$) y significativa en el caso de Casilda DM ($F = 4,203$; $P = 0,046$). Sólo en el caso de los cruzamientos experimentales no se rechazó la hipótesis de linealidad lo que permitió comparar su comportamiento. Los dos híbridos de tres vías no difirieron significativamente en el valor de la pendiente de regresión ($F = 0,827$; $P = 0,365$), pese a que una de ellas no difirió significativamente de cero (Casilda DT) y la otra sí (Casilda DM) con

un valor de la pendiente común $bc = 0,0851$, pero sí presentaron diferencias significativas entre las alturas de las respectivas rectas de regresión ($F = 12,43$; $P = 0,0006$) correspondiendo mayor ordenada al origen a Casilda Don Manuel.

4.3.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Figura 34 resume en forma comparativa el comportamiento del coeficiente de uniformidad del 10% (CU10) en los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples junto con sus respectivas poblaciones de referencia.

La Figura 35 presenta los ajustes lineales correspondientes a cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados.

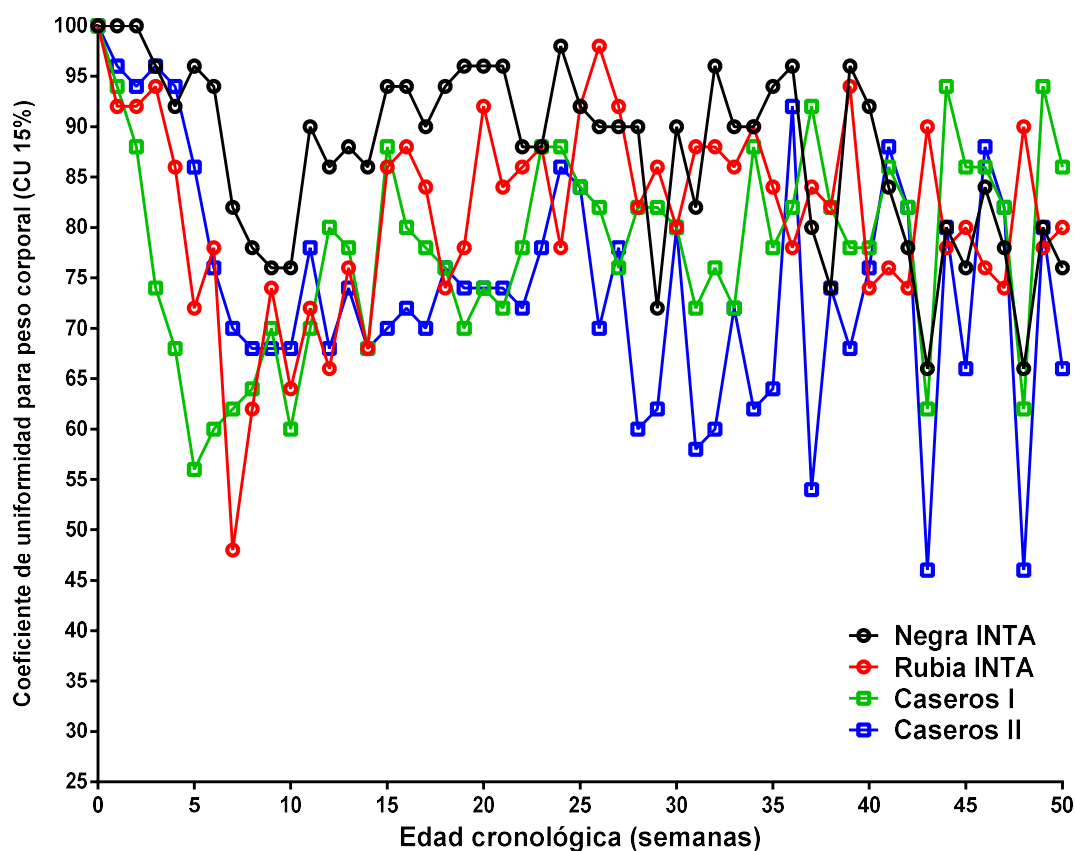


Figura N° 34 - Coeficiente de uniformidad del 15% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en dos genotipos de referencia

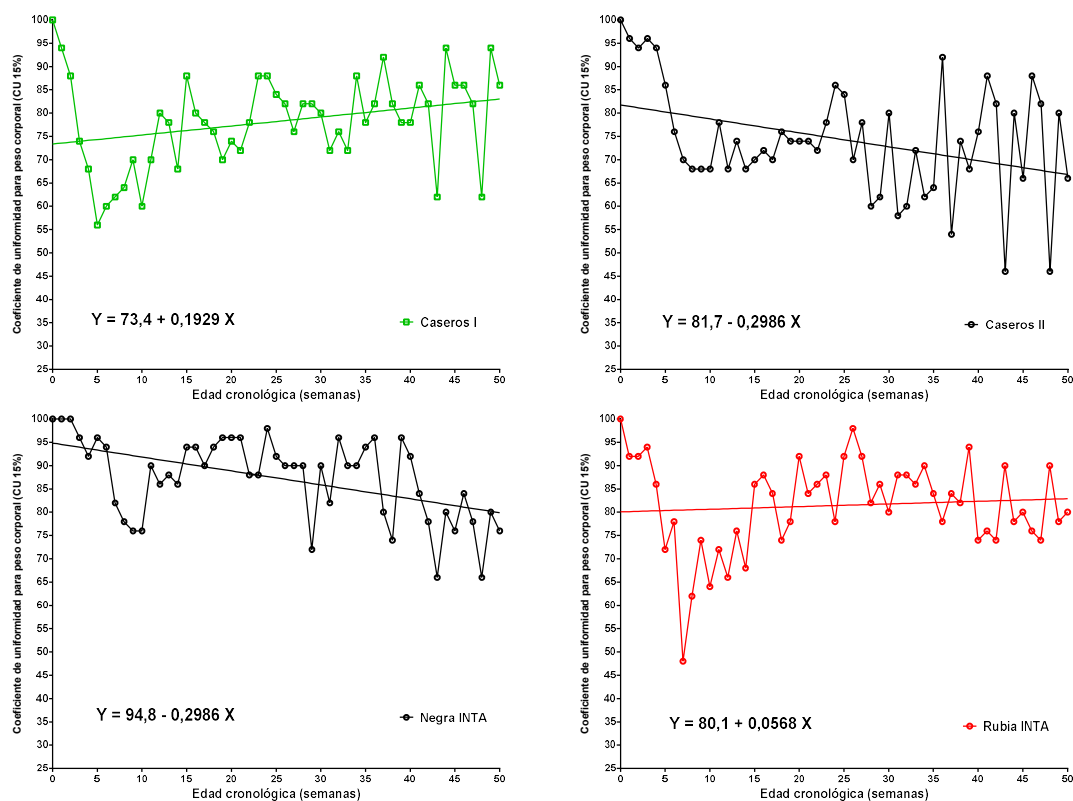


Figura N° 35 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia

De las dos ponedoras autosexantes utilizadas como referencia Negra INTA presentó pendiente negativa y significativamente diferente de cero ($F = 16,7$; $P = 0,0002$) mientras que en el caso de Rubia INTA la pendiente, de signo positivo, no difirió en forma significativo de cero ($F = 0,363$; $P = 0,550$). De los cruzamientos recíprocos Caseros I presentó pendiente positiva y Caseros II pendiente negativa, significativas en ambos casos (Caseros I: $F = 4,391$; $P = 0,041$ – Caseros II: $F = 7,691$; $P = 0,008$). En el caso de las ponedoras autosexantes se rechazó la hipótesis de linealidad. La comparación de los cruzamientos recíprocos mostró diferencias significativas en las pendientes ($F = 12,0$; $P = 0,0006$).

4.3.4. Resumen general

Como resumen, la Figura 36 presenta los ajustes lineales correspondientes a las aves de los seis cruzamientos experimentales.

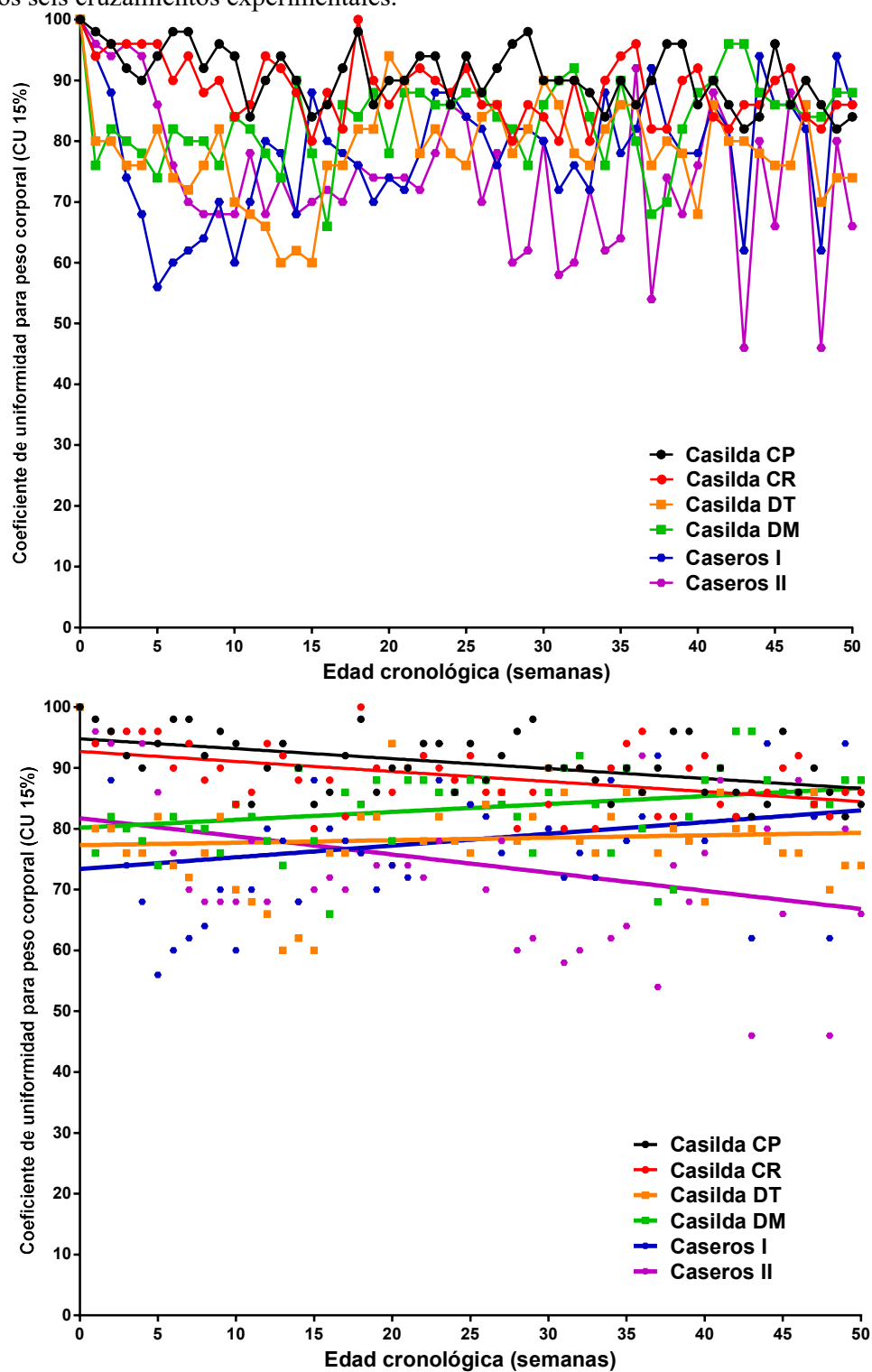


Figura N° 36 - Ajustes lineales de los valores del coeficiente de uniformidad del 15% en función de la edad cronológica, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

Se observan:

(a) las trayectorias de pendientes negativas y prácticamente coincidentes de los dos híbridos simples que, además, muestran mayor uniformidad para peso corporal,

(b) la trayectoria también de pendiente negativa correspondiente a Caseros II uno de los dos cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, con una altura notoriamente inferior a la de ambos progenitores (menor uniformidad),

(c) las trayectorias de pendiente positiva de los dos híbridos experimentales de tres vías y del otro cruzamiento recíproco entre los híbridos simples (Caseros I).

Los dos híbridos simples, los dos híbridos de tres vías y Caseros I convergen al final del primer ciclo de postura hacia un valor común del indicador próximo a una uniformidad del 85%, diferenciándose de Caseros II que comienza con esos valores promedio de uniformidad y finaliza con valores inferiores al 65%.

4.4. Evaluación durante el período productivo

En ningún caso se rechazó la hipótesis de linealidad lo que permitió comparar las pendientes de las rectas de regresión y, de no encontrarse diferencias estadísticamente significativas entre las correspondientes a los grupos evaluados en cada caso, estimar una pendiente común a todos ellos y comparar las alturas de las rectas respectivas.

Las Figuras 37, 38 y 39 muestran los ajustes lineales de los datos correspondientes a los coeficientes de uniformidad del 10% y del 15% expresados en función de la edad cronológica de las aves -híbridos simples, - híbridos de tres vías y - cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples junto con sus controles de referencia, respectivamente- en el período comprendido entre las 22 y las 50 semanas de vida.

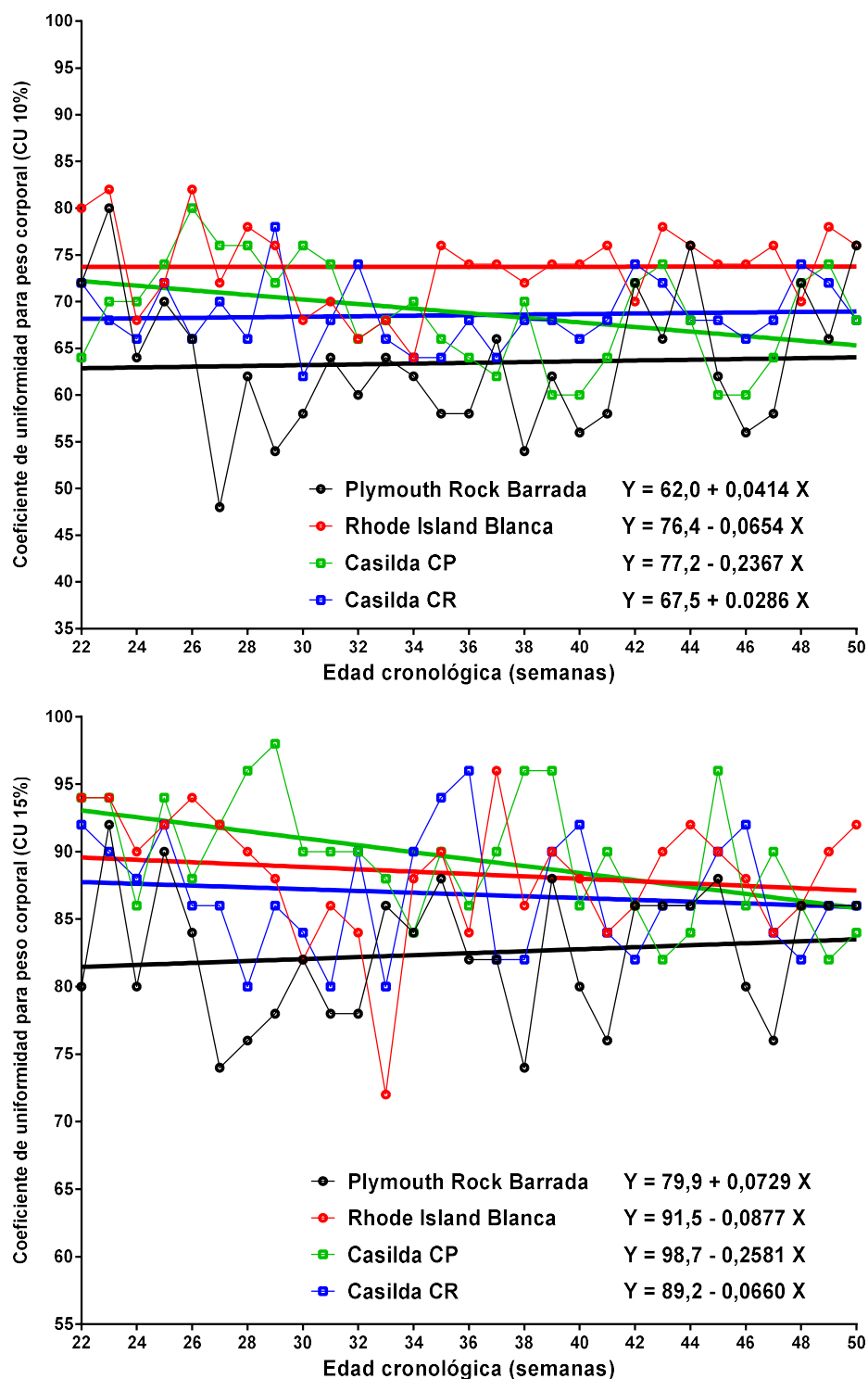


Figura N° 37 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

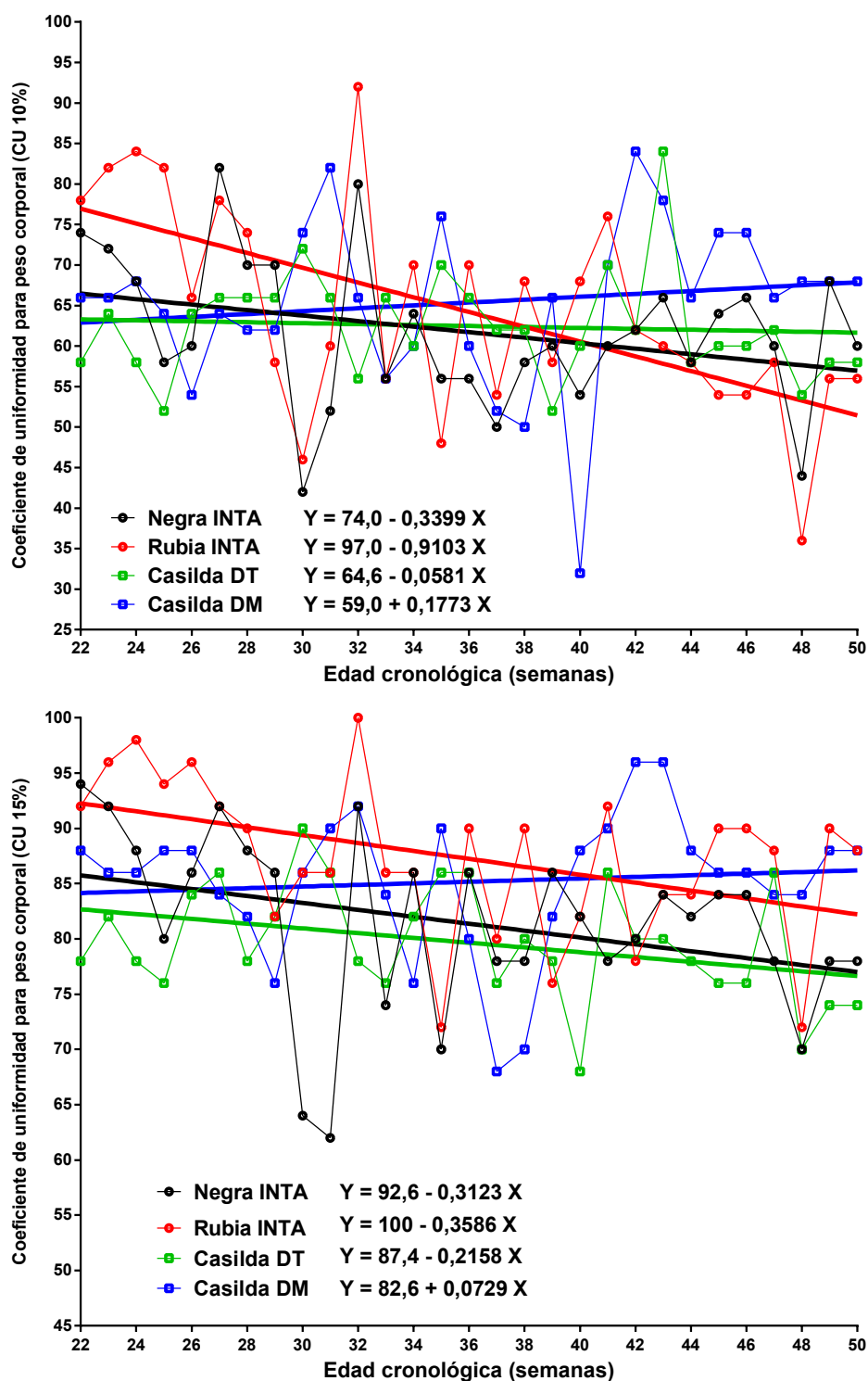


Figura N° 38 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

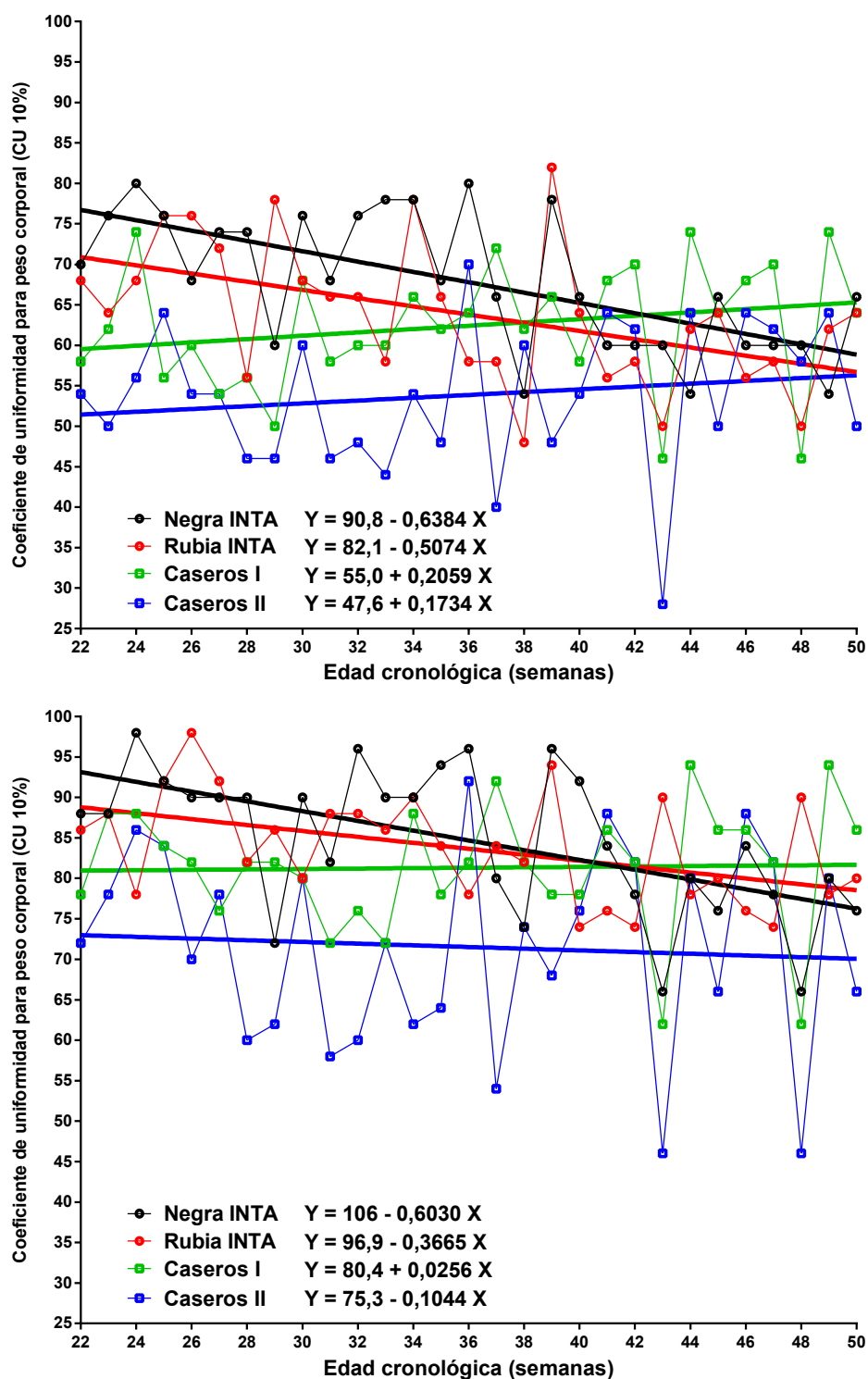


Figura N° 39 - Ajustes lineales de los coeficiente de uniformidad del 10 y del 15% de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en la etapa productiva del ciclo

4.4.1. Cruzamientos simples

(a) CU 10% - no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de las pendientes ($F = 0,864$; $P = 0,462$) lo que permitió estimar una pendiente común para los cuatro grupos ($bc = -0,0837$) y comparar las alturas de las rectas respectivas las que difirieron en forma significativa ($F = 16,9$; $P < 0,0001$; Casilda CP = RIB > Casilda CR > PRB).

(b) CU 15% - se reitera la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre grupos genéticos en el valor de las pendientes de las rectas de regresión observada para el CU 10% ($F = 1,760$; $P = 0,159$; $bc = -0,0847$) y la presencia de diferencias significativas entre los valores de las respectivas alturas ($F = 12,5$; $P < 0,0001$; Casilda CP > RIB = Casilda CR > PRB).

4.4.2. Cruzamientos de tres vías

(a) CU 10% - se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de las pendientes ($F = 5,213$; $P = 0,002$) lo que impidió estimar una pendiente común para los cuatro grupos y comparar las alturas de las rectas respectivas.

(b) CU 15% - en este caso las diferencias observadas en el valor de las pendientes de las rectas de regresión no fueron estadísticamente significativas ($F = 1,813$; $P = 0,149$) con una pendiente común (bc) igual a $-0,2034$, mientras que si lo fueron las diferencias observadas en los valores de las respectivas alturas ($F = 8,114$; $P < 0,0001$; Rubia INTA > Negra INTA > Casilda DT > Casilda DM).

4.4.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

(a) CU 10% - el significado estadístico de las diferencias observadas en los valores de las pendientes ($F = 6,557$; $P = 0,0004$) impidió estimar una pendiente común para los cuatro grupos y comparar las alturas de las rectas de regresión de los mismos.

(b) CU 15% - en este caso las diferencias observadas entre las pendientes de las rectas de regresión no fueron estadísticamente significativas ($F = 2,054$; $P = 0,111$) con una pendiente común (bc) igual a $-0,2621$, mientras que si lo fueron las diferencias observadas en los valores de las respectivas alturas ($F = 13,21$; $P < 0,0001$; Negra INTA > Rubia INTA > Caseros I > Caseros II).

4.4.4. Resumen general

A modo de resumen las Figuras 40 y 41 muestran los ajustes correspondientes a los valores de los coeficientes de uniformidad del 10% y del 15%, en la etapa productiva del ciclo, en los seis cruzamientos experimentales.

Para ambos indicadores de uniformidad en peso corporal, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de las pendientes de las correspondientes rectas de regresión (CU10: $F = 1,122$; $P = 0,3505$ – CU15: $F = 0,639$; $P = 0,670$) con pendientes comunes a los seis grupos iguales a $0,0470$ (CU10) y $-0,0910$ (CU15).

Para los dos coeficientes se observaron diferencias estadísticamente significativas en las alturas de las rectas (CU10: $F = 15,64$; $P < 0,0001$ – CU15: $F = 22,2$; $P < 0,0001$) con los mayores valores correspondientes a los cruzamientos simples (Casilda CP y Casilda CR), los menores valores a los cruzamientos recíprocos entre los mismos, particularmente Caseros II, y valores intermedios para los cruzamientos experimentales de tres vías (Casilda Doña teresa y Casilda Don Manuel), en ambos casos.

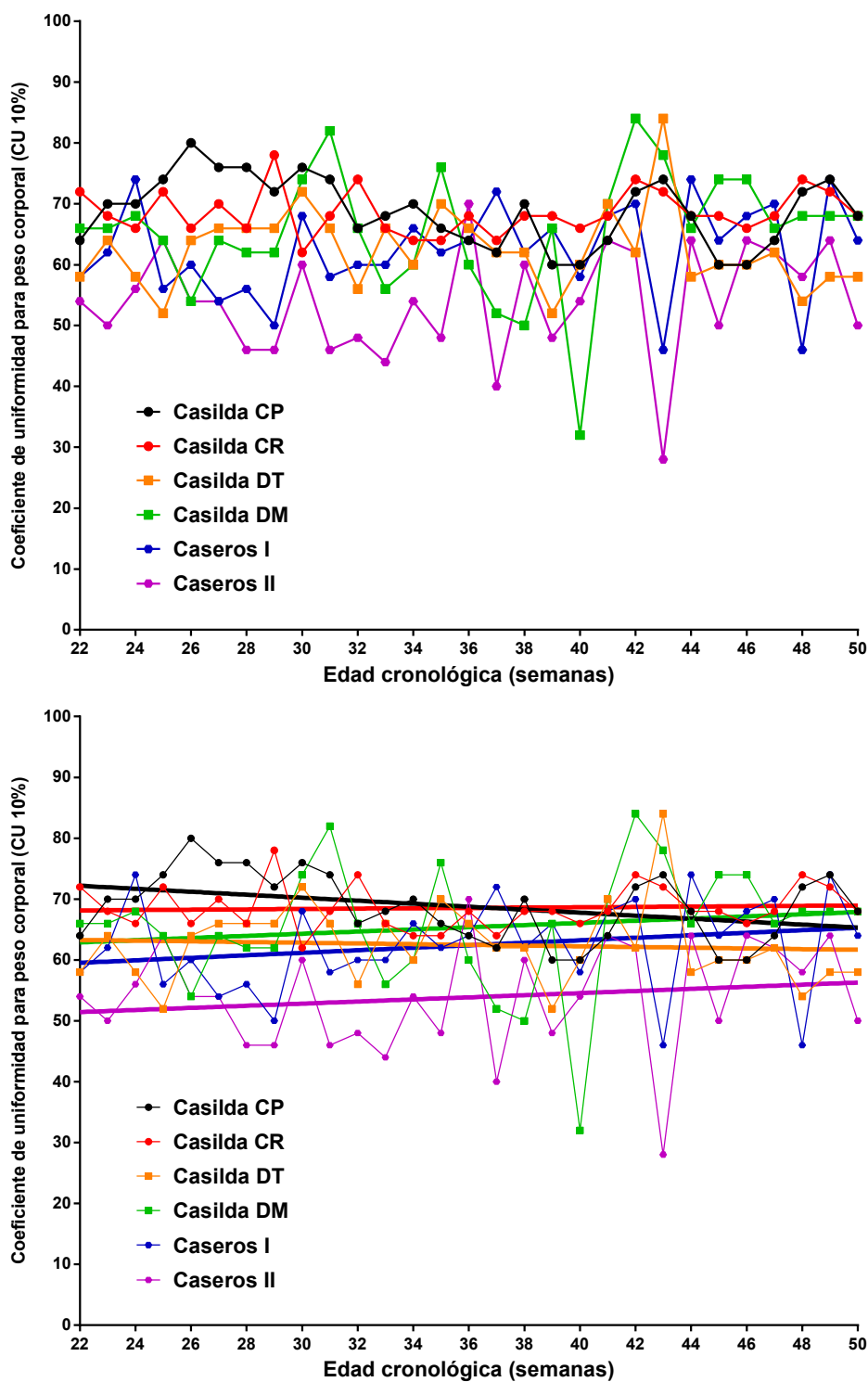


Figura N° 40 - Variación del coeficiente de uniformidad para peso corporal del 10% y ajustes lineales en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en la etapa productiva del ciclo

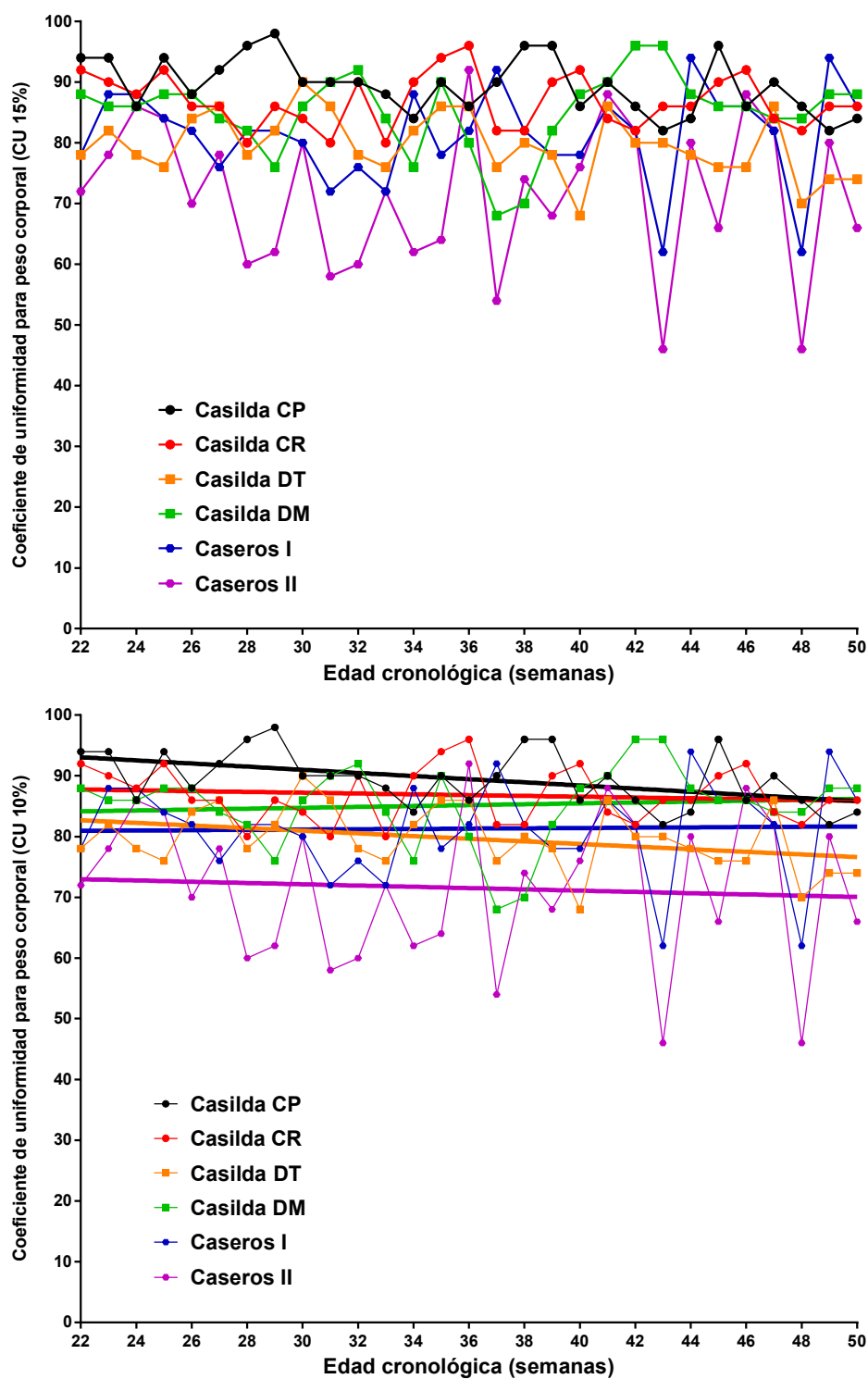


Figura N° 41 - Variación del coeficiente de uniformidad para peso corporal del 15% y ajustes lineales en función de la edad cronológica de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en la etapa productiva del ciclo

5.- Patrón de postura

Salvo unas pocas excepciones las curvas de postura no mostraron el comportamiento habitual esperado –fase ascendente, pico y fase de persistencia con pendiente negativa- lo que impidió ajustar la totalidad de los datos registrados con un único modelo matemático y establecer comparaciones entre los mismos.

5.1. Cruzamientos simples

La Figura 42 muestra, a modo comparativo, el comportamiento conjunto del porcentaje de postura de los dos cruzamientos simples y los dos grupos de referencia. La Figura 43 presenta dichos comportamientos por separado a fin de poner de manifiesto los patrones diferenciales mostrados por los mismos.

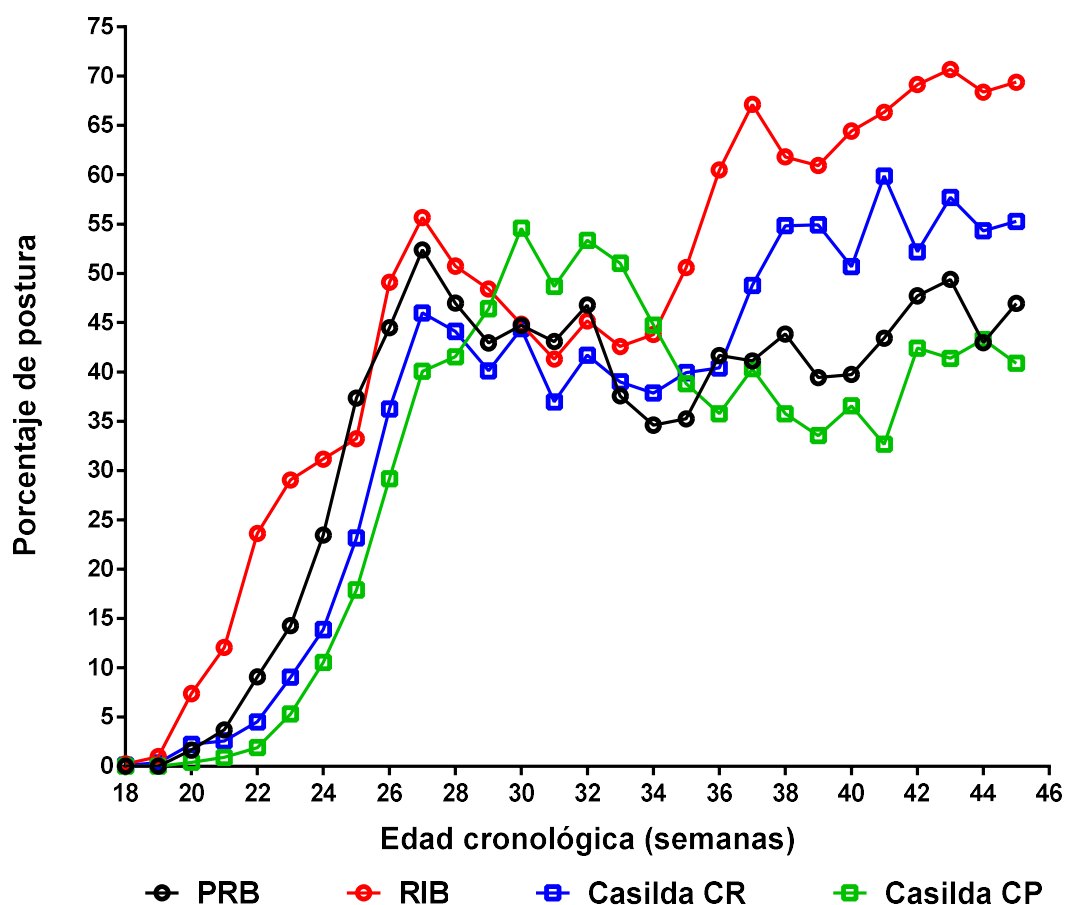


Figura N° 42 - Curvas de postura de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

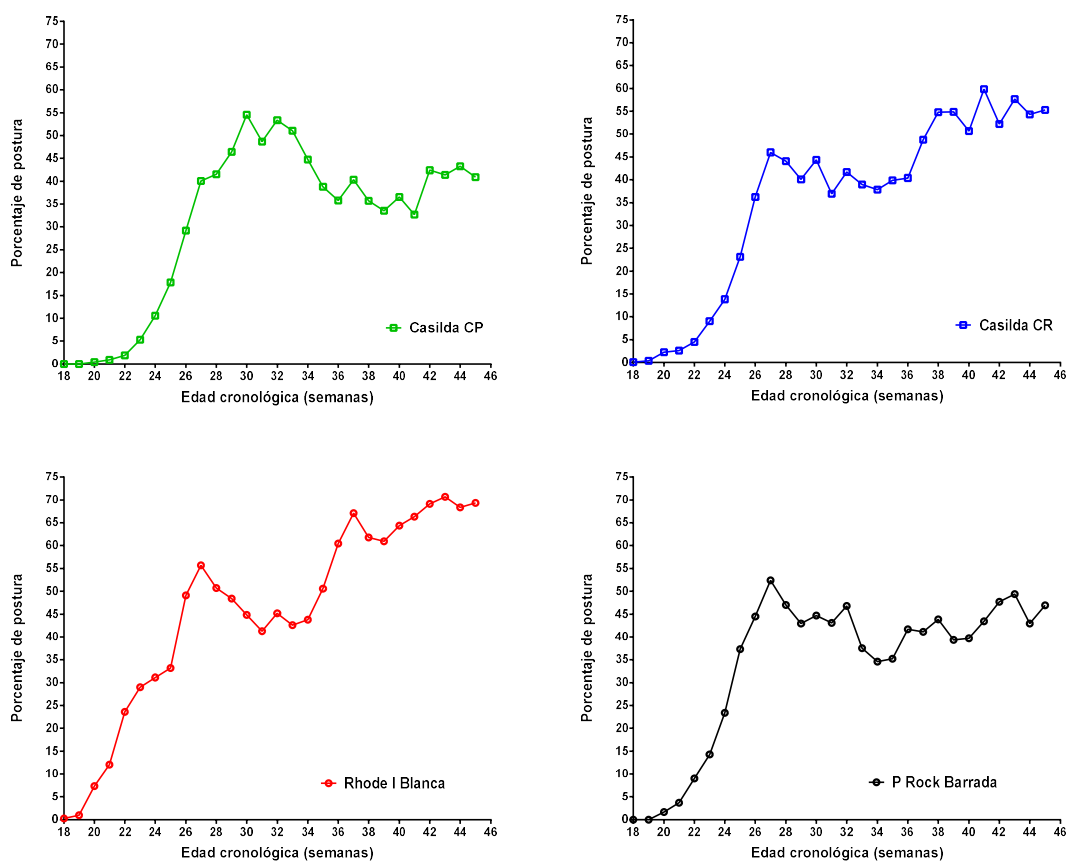


Figura N° 43 - Curvas de postura individuales de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Las aves Casilda CP presentaron un patrón de postura creciente hasta las 30 semanas de edad, con un valor del pico de postura en ese momento del 54,6%. Entre las 30 y las 39 semanas se observó un comportamiento decreciente hasta alcanzar un 32,5% de postura tendencia que se revirtió a partir de ese momento tornándose creciente y alcanzando valores cercanos al 43% de postura a las 45 semanas de edad.

Las aves Casilda CR presentaron un patrón de postura creciente con un pico del 46% a las 27 semanas de edad. A partir de ese momento la postura presentó un comportamiento ligeramente decreciente alcanzando a las 36 semanas un valor del 40%. Entre las 36 y las 38 semanas el porcentaje de postura aumentó al 55% y, sin bien con oscilaciones, se mantuvo estable hasta las 45 semanas con un pico intermedio del 60% a las 41 semanas de edad.

Las aves Rhode Island Blancas presentaron un patrón creciente hasta alcanzar un pico del 55,7% a las 27 semanas, momento a partir del cual la postura disminuyó hasta el 41,3% a las 31 semanas de edad. A partir de ese momento se inició una nueva etapa creciente que alcanzó un pico del 67% a las 39 semanas y, con oscilaciones, se alcanzó un valor de 69,4% de postura a las 45 semanas.

La Figura 44 muestra las áreas bajo las curvas de postura de los cuatro grupos entre las 18 y las 45 semanas de edad.

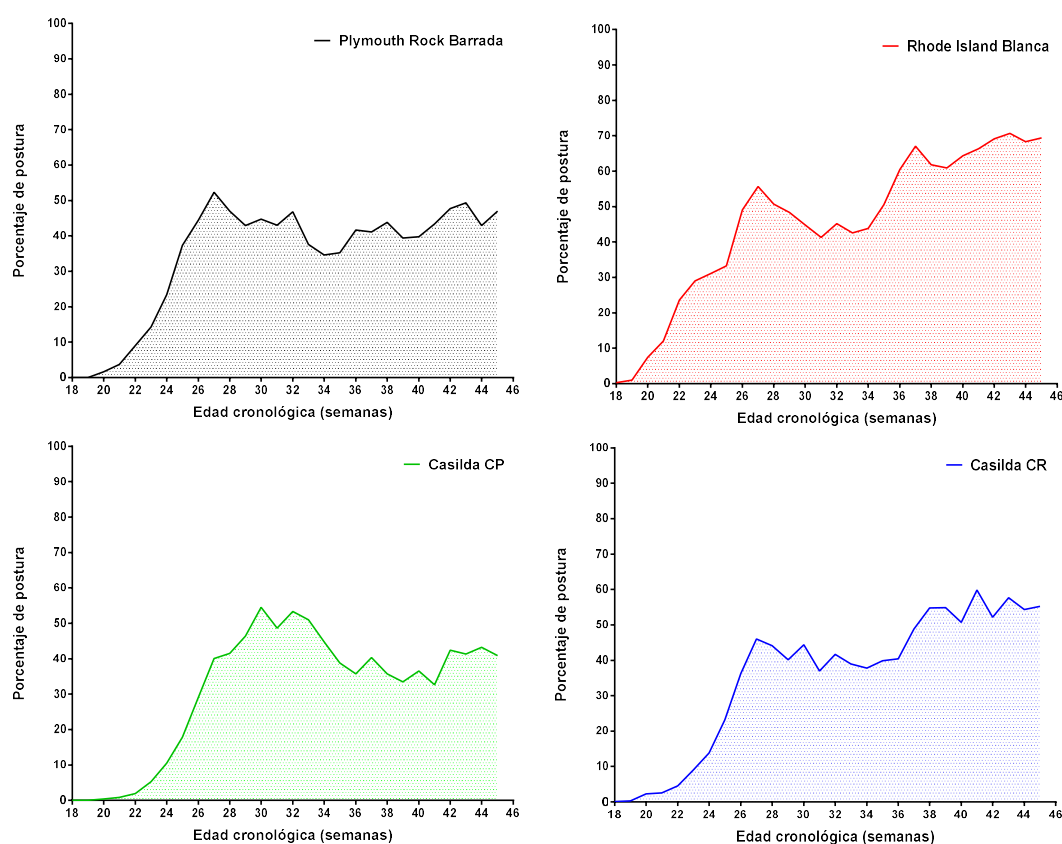


Figura N° 44 - Área bajo la curva de postura de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Las aves Plymouth Rock Barradas aumentaron su postura hasta alcanzar un pico del 52,4% a las 27 semanas de edad. A partir de ese momento la postura disminuyó hasta valores del 35% a las 35 semanas para luego volver a aumentar hasta alcanzar valores del 47% a las 45 semanas.

La Figura 45 describe comparativamente el comportamiento de los cuatro grupos en término del valor absoluto (izquierda) y relativo (derecha) de las áreas bajo sus curvas de postura.

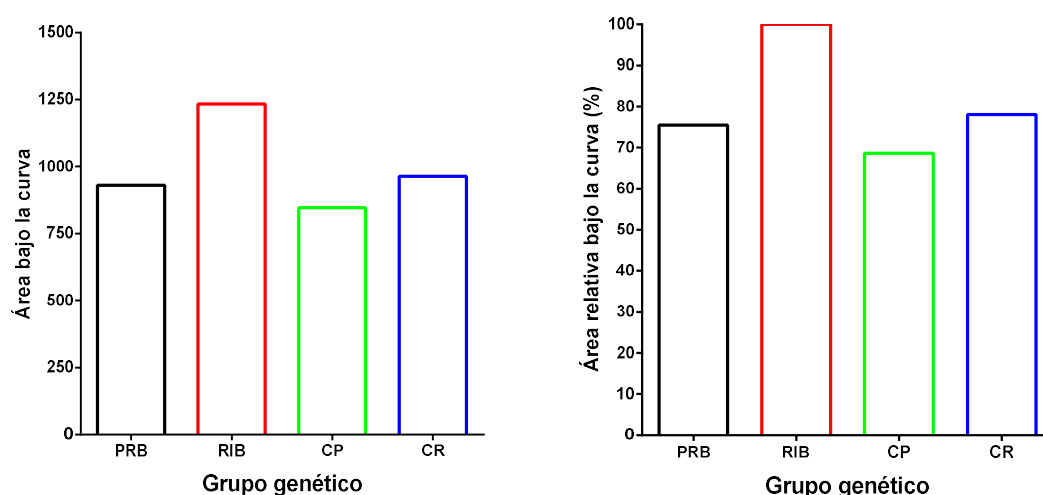


Figura N° 45 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

En relación al grupo genético con mejor desempeño (Rhode Island Blanca = 100%), los tres grupos restantes no presentaron grandes diferencias correspondiendo el mejor valor a Casilda CR (78,1%), el menor valor al otro cruzamiento experimental (Casilda CP = 68,7%) y un 75,5% a las gallinas Plymouth Rock Barradas.

5.2. Cruzamientos de tres vías

La Figura 46 muestra, a modo comparativo, el comportamiento conjunto del porcentaje de postura de los dos cruzamientos experimentales de tres vías y los dos grupos de ponedoras autosexantes utilizadas como referencia. La Figura 47 presenta dichos

comportamientos por separado a fin de poner de manifiesto los patrones diferenciales mostrados por los mismos.

Los cruzamientos experimentales presentaron comportamientos particulares, similares entre sí si bien a diferente escala y diferentes a los puestos de manifiesto por las ponedoras autosexantes que expresaron el patrón de las curvas de postura clásicas.

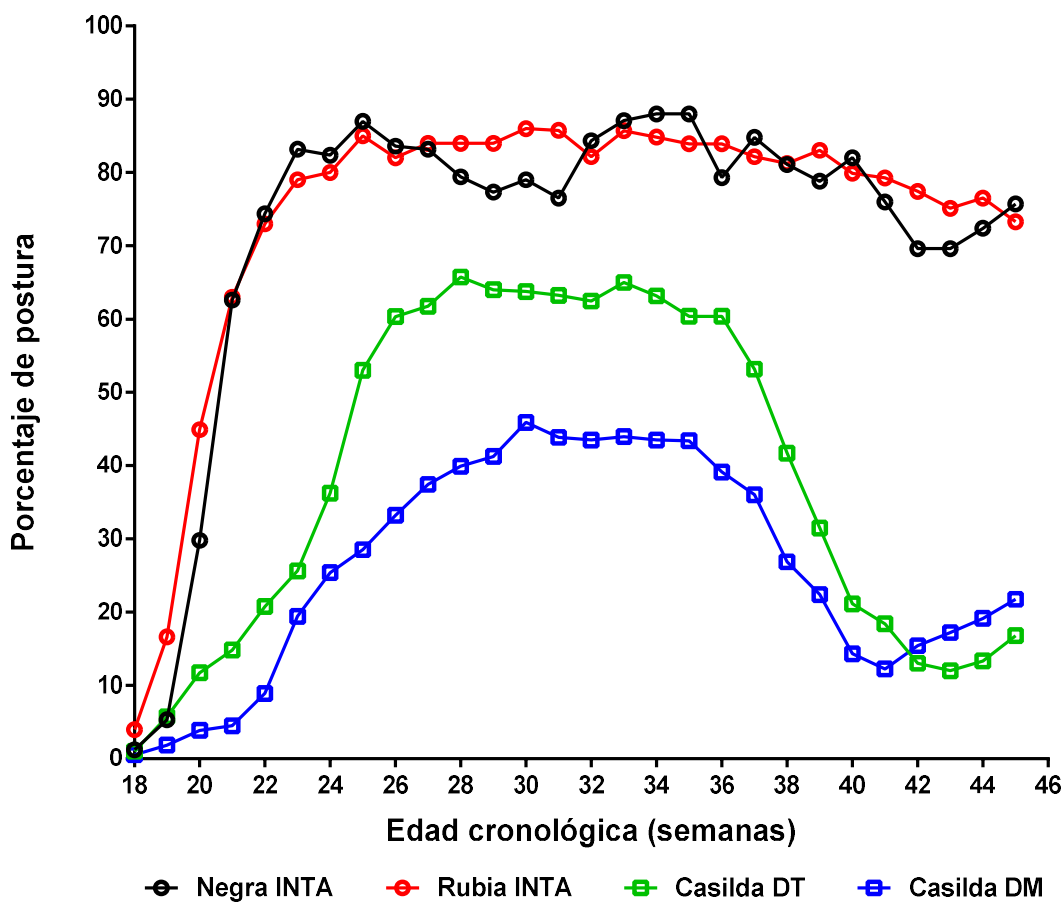


Figura N° 46 - Curvas de postura de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Las aves Casilda DT presentaron un patrón inicialmente creciente con un pico de 66% a las 28 semanas. El mismo se mantuvo estable hasta las 33 semanas momento a partir del cual comenzó a decaer hasta un valor del 12% a las 43 semanas y del 17% a las 45 semanas. Las aves Casilda DM presentaron un patrón creciente hasta las 30 semanas con un pico del 46% de postura, valor que se mantuvo estable hasta las 35 semanas (43%), decayó hasta un

12% a las 41 semanas y mostró una leve recuperación final alcanzando un 22% de postura a las 45 semanas de edad. Las ponedoras autosexantes mostraron el patrón esperable con una fase ascendente hasta alcanzar el pico de postura, con valores del 86% a las 30 semanas en el caso de Rubia INTA y de 88% a las 34 semanas en el caso de Negra INTA seguida, en ambos casos por una etapa de persistencia, de comportamiento estable, si bien con oscilaciones, con valores finales a las 45 semanas de edad, del 73% en el caso de Rubia INTA y del 76% en el caso de Negra INTA.

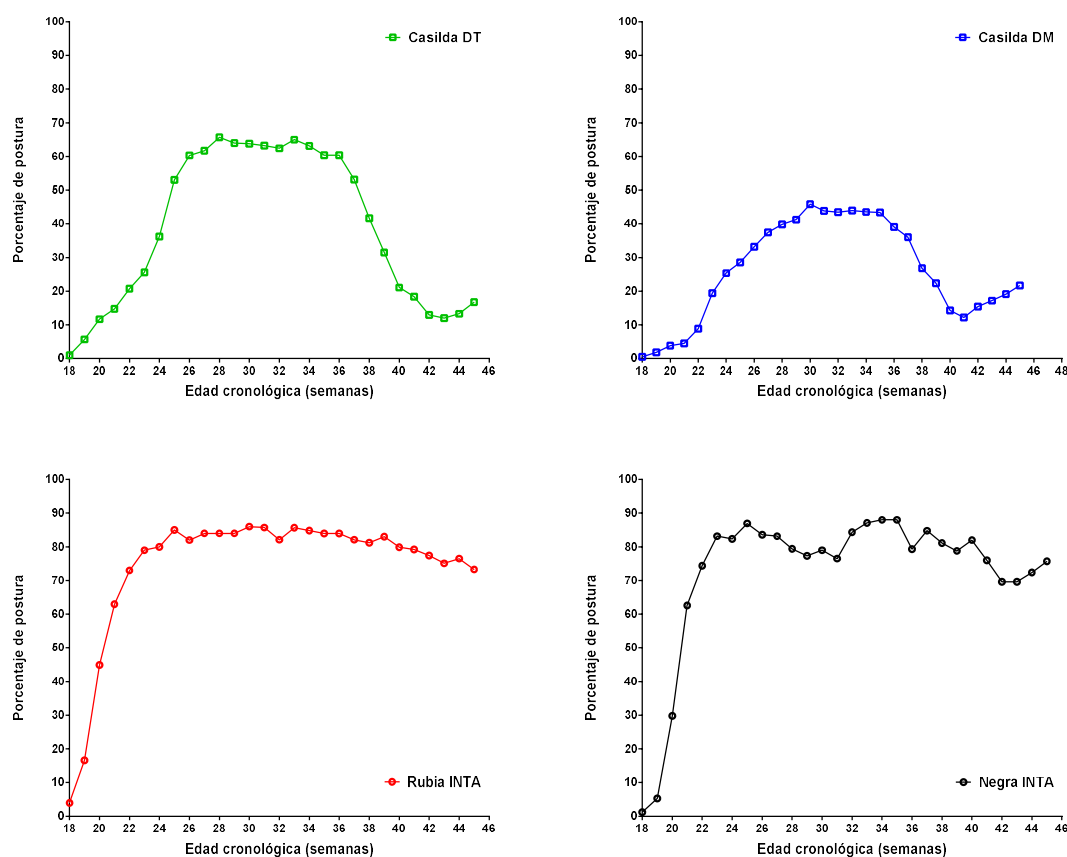


Figura N° 47 - Curvas de postura individuales de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

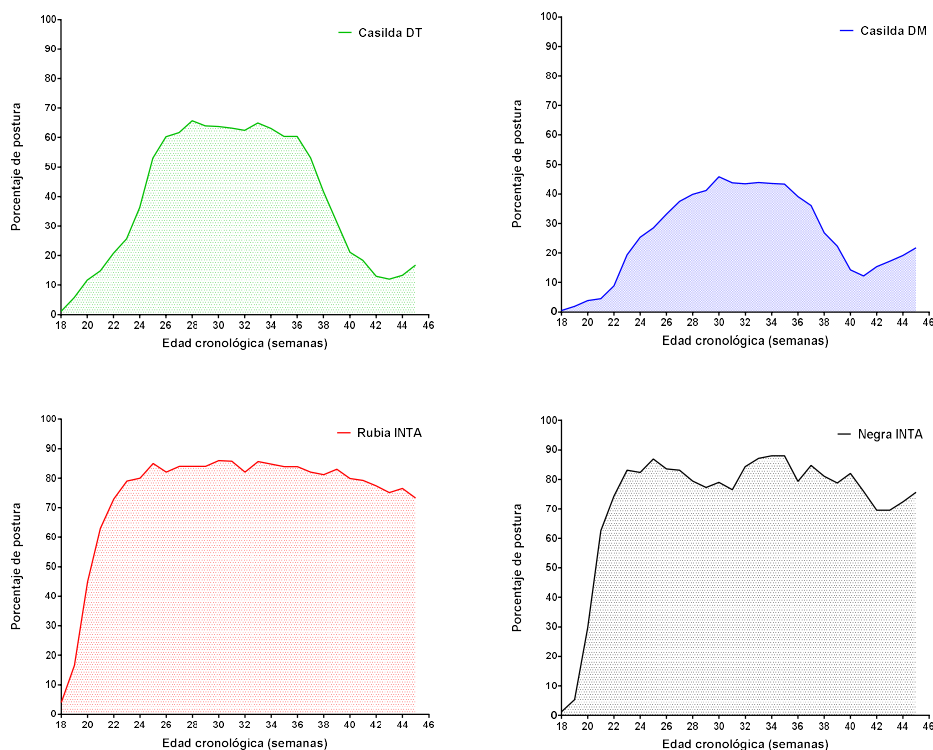


Figura N° 48 - Área bajo la curva de postura de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

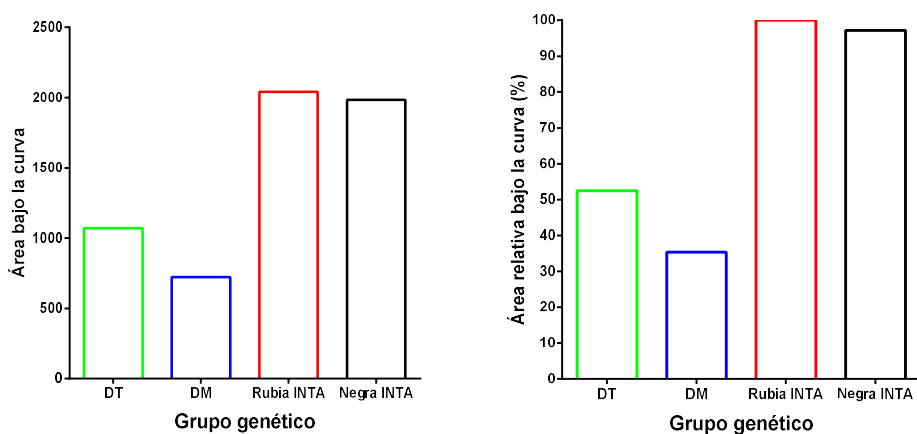


Figura N° 49 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

5.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

La Figura 48 muestra las áreas bajo las curvas de postura de los cuatro grupos entre las 18 y las 45 semanas de edad. La Figura 49 describe comparativamente el comportamiento de los cuatro grupos en término del valor absoluto (izquierda) y relativo (derecha) de las áreas bajo sus curvas de postura. En relación al grupo genético con mejor desempeño (Rubia INTA = 100%), Negra INTA presentó valores muy similares (97,2%) mientras que los cruzamientos experimentales presentaron valores muy por debajo (DT: 52,5% y DM: 35,4%).

La Figura 50 muestra, a modo comparativo, el comportamiento conjunto del porcentaje de postura de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples y los dos grupos de ponedoras autosexantes utilizadas como referencia. La Figura 51 presenta dichos comportamientos por separado a fin de poner de manifiesto los patrones diferenciales mostrados por los mismos.

Los cruzamientos experimentales presentaron comportamientos particulares, muy similares entre sí y diferentes a los puestos de manifiesto por las ponedoras autosexantes que expresaron el patrón de las curvas de postura clásicas.

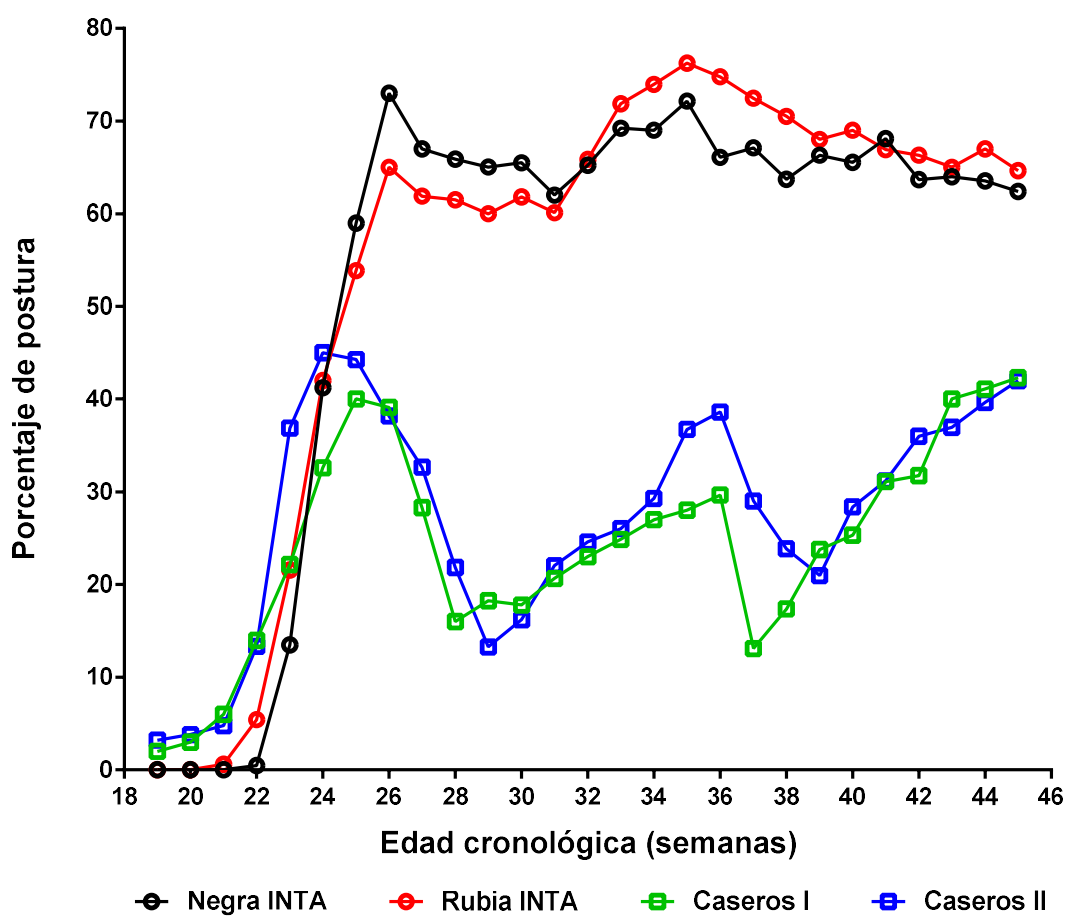


Figura N° 50 - Curvas de postura de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

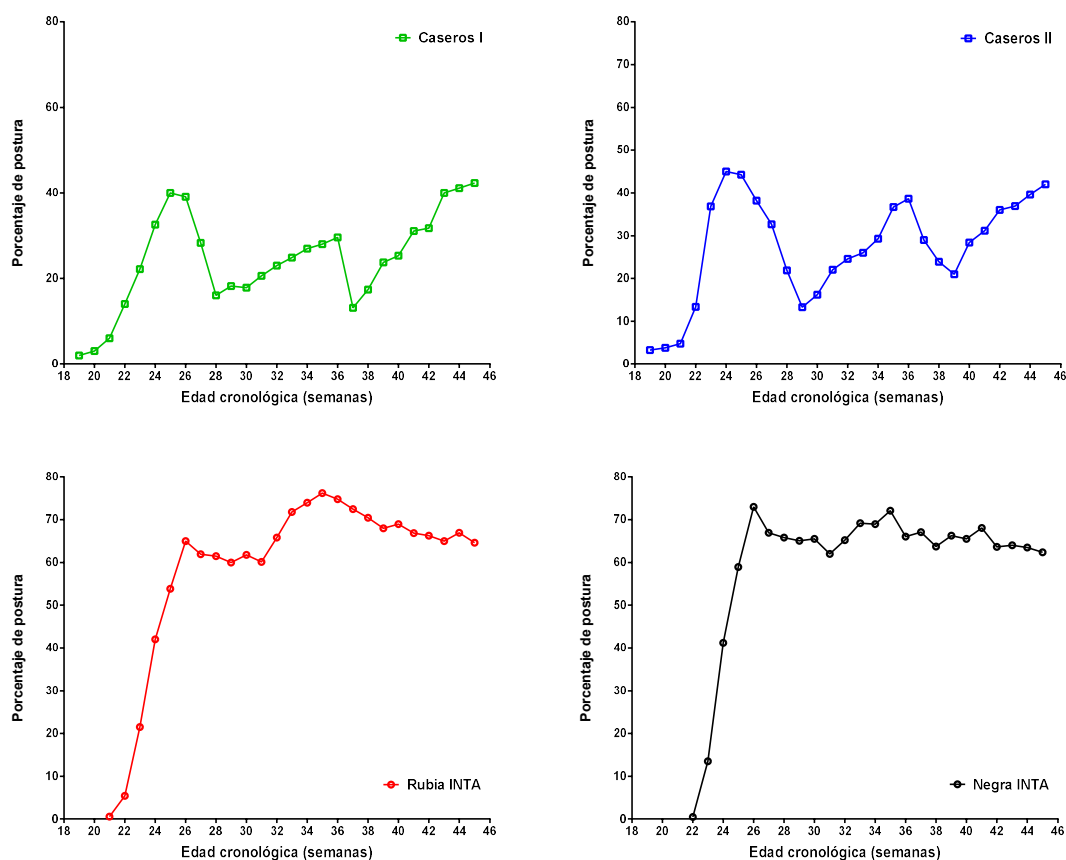


Figura N° 51 - Curvas de postura individuales de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

Las aves Caseros I presentaron un comportamiento creciente con un pico del 40% a las 25 semanas, una etapa decreciente hasta la semana 28 con un valor mínimo del 16%, una etapa de aumento de la postura hasta un 30% en la semana 36, una caída al 13% de postura en la semana 37 y un aumento final sostenido hasta alcanzar 45% de postura en la semana 45.

Las aves Caseros II presentaron un patrón similar con una etapa inicial creciente hasta un pico de 45% de postura en la semana 24, una disminución hasta un valor mínimo 13% de postura en la semana 29, un aumento sostenido hasta un nuevo pico del 39% en la semana 36, una nueva caída hasta un 21% de postura en la semana 39 y una fase final creciente hasta un 42% de postura en la semana 45.

Rubia INTA y Negra INTA presentaron una etapa inicial creciente hasta alcanzar un pico en la semana 26 del 65% en el primer caso y del 73% en el segundo. Rubia INTA presentó una leve tendencia decreciente hasta la semana 31, seguida de un aumento hasta un nuevo pico del 76% en la semana 35 y una disminución paulatina de la postura hasta valores del 65% a las 45 semanas. Negra INTA, por el contrario, después de haber alcanzado el pico de postura presentó un comportamiento lineal decreciente hasta valores del 62% de postura a las 45 semanas.

La Figura 52 muestra las áreas bajo las curvas de postura de los cuatro grupos entre las 18 y las 45 semanas de edad.

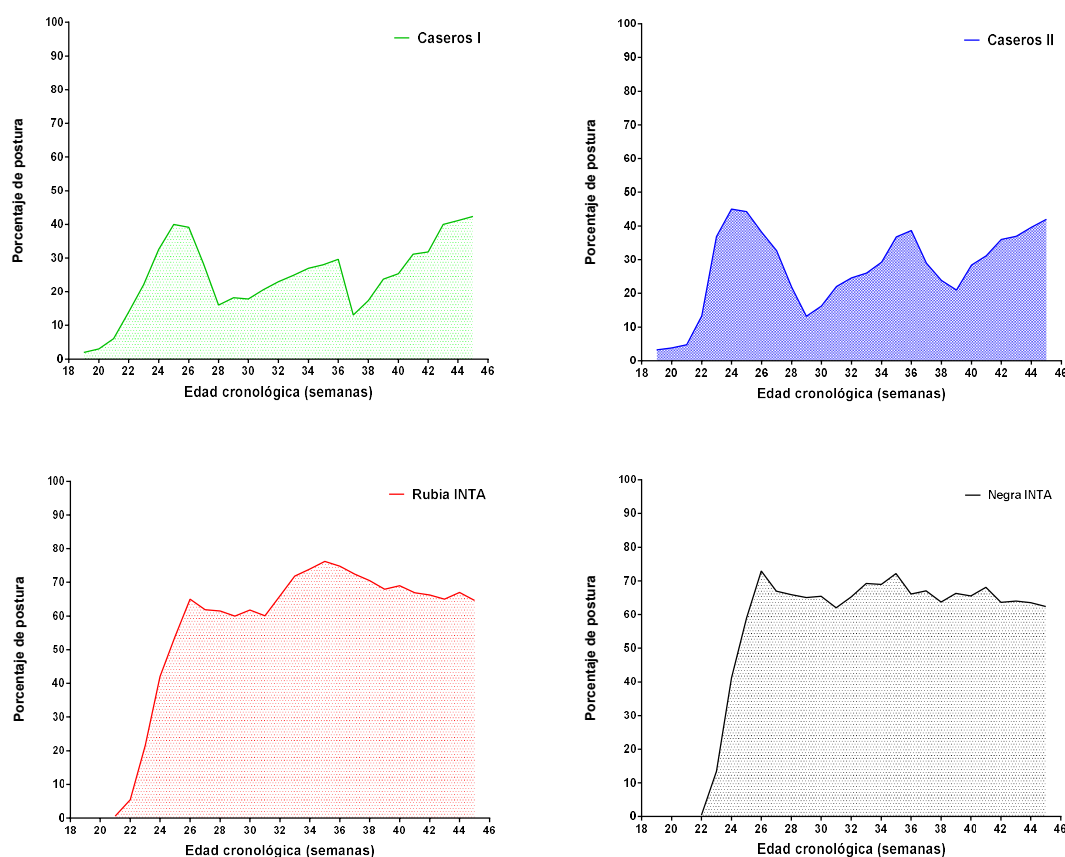


Figura N° 52 - Área bajo la curva de postura de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

La Figura 53 describe comparativamente el comportamiento de los cuatro grupos en término del valor absoluto (izquierda) y relativo (derecha) de las áreas bajo sus curvas de postura.

En relación al grupo genético con mejor desempeño (Rubia INTA = 100%), Negra INTA presentó valores muy similares (98,1%) mientras que los cruzamientos experimentales presentaron valores similares entre sí pero muy inferiores a las poblaciones de referencia (Caseros I: 44,4% y Caseros II: 49,9%).

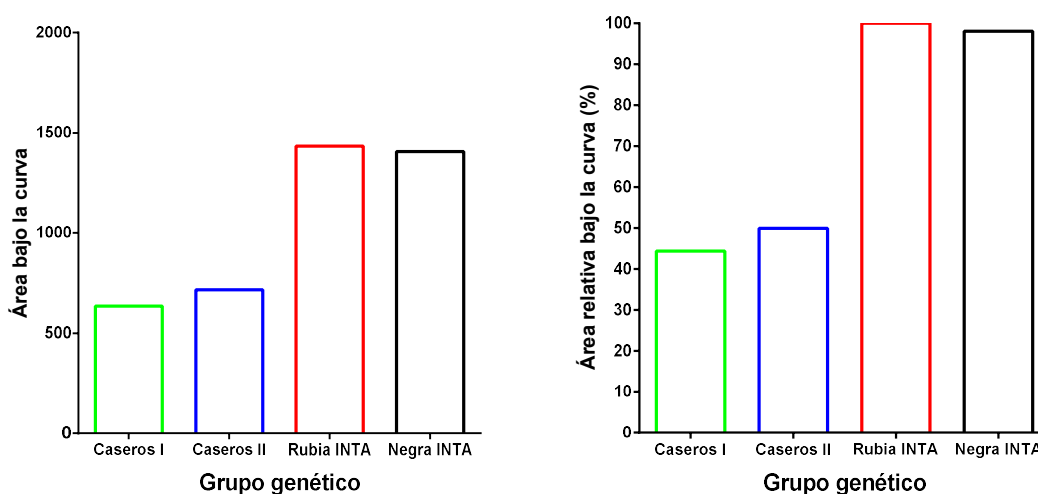


Figura N° 53 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos genéticos de referencia, entre las 18 y las 45 semanas de edad

5.4. Resumen general

La Figura 54 presenta las curvas de postura correspondientes a los seis cruzamientos experimentales. Se distinguen tres grupos por el valor del porcentaje de postura al finalizar el ciclo (45 semanas). Con los mayores valores se ubica el cruzamiento simple Casilda CR con el 55,3%, con valores intermedios las aves producto de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples (Caseros I con 42,3% y Caseros II con 42%) y el otro cruzamiento simple (Casilda CP con 40,9%) y, finalmente, con los menores valores los dos cruzamientos experimentales de tres vías: Casilda DM con 21,8% y Casilda DT con 16,8%.

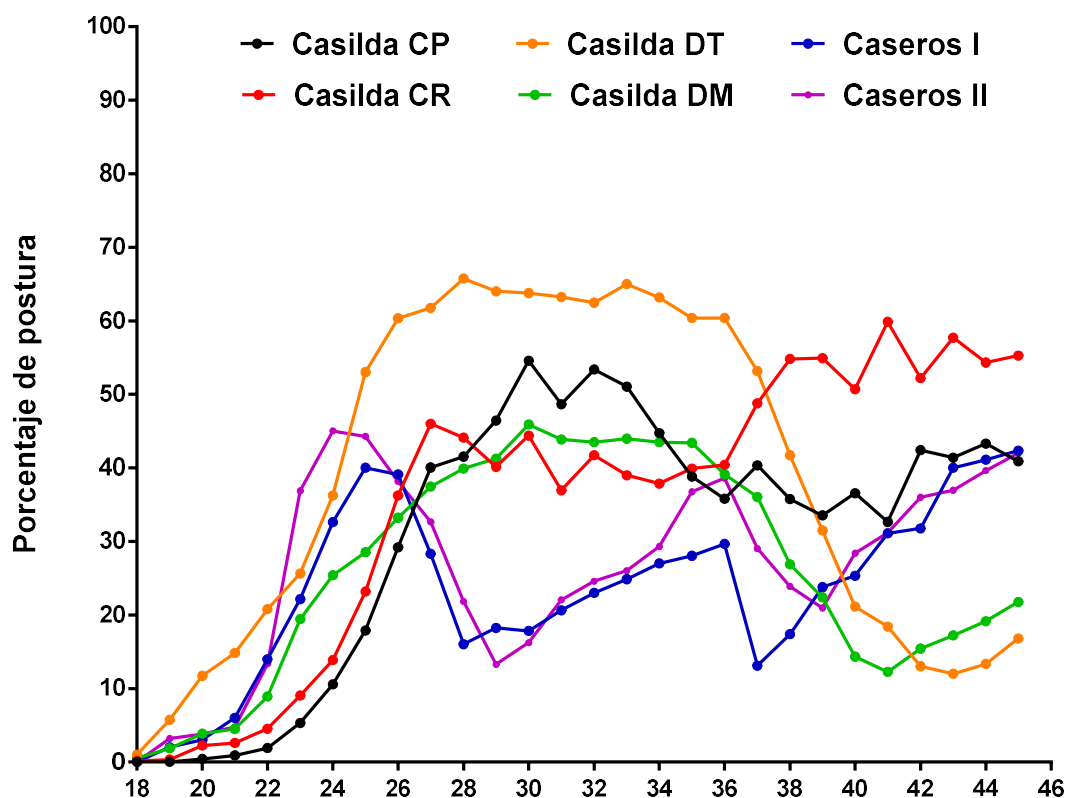


Figura N° 54 - Curvas de postura de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas entre las 18 y las 45 semanas de edad

La Figura 55 describe comparativamente el comportamiento de los seis grupos en término del valor absoluto (izquierda) y relativo (derecha) de las áreas bajo sus curvas de postura.

En relación al grupo genético con mejor desempeño (cruzamiento de tres vías Casilda DT = 100%), al otro cruzamiento experimental de tres vías (Casilda DM) le correspondió el 67,4%, a los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR el 79,1% y el 90%, respectivamente; y a los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples 59,4% a Caseros I y 66,9% a Caseros II.

Se observa que dos grupos pueden tener valores muy similares de superficie bajo la curva y lograr esos valores a partir de la expresión de patrones muy diferentes como es el caso del cruzamiento de tres vías Casilda Don Manuel (67,4%) y uno de los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples (Caseros II: 66,9%) en tanto el primero de ellos finaliza

el ciclo con un muy bajo porcentaje de postura (21,8%) y el segundo lo hace con un valor intermedio (42%) debido a que entre las 27 y las 36 semanas Casilda DM supera en postura a Caseros II, situación que se invierte entre las 39 y las 45 semanas.

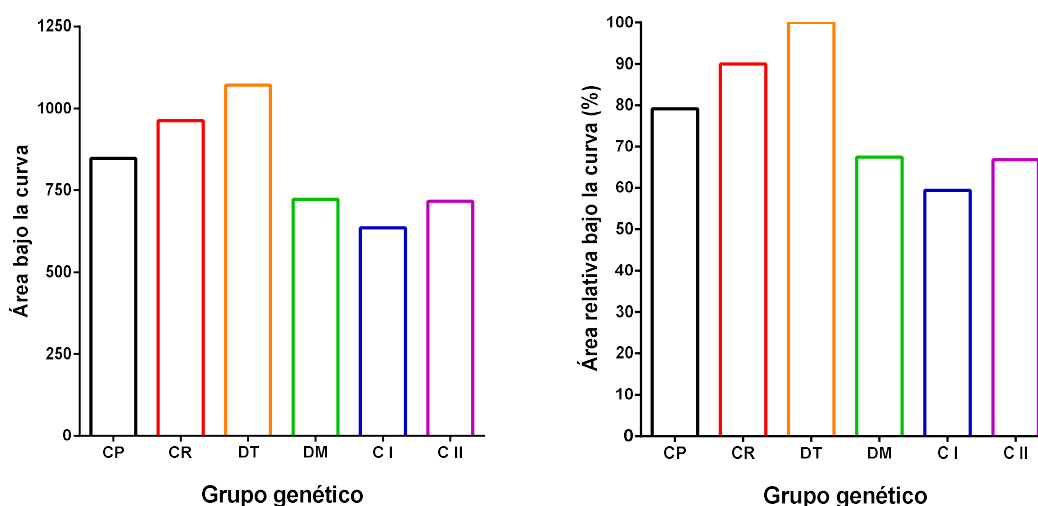


Figura N° 55 - Valor del área bajo la curva de postura (izquierda: valor absoluto; derecha: valor relativo) de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas entre las 18 y las 45 semanas de edad

6.- Patrón dinámico de aumento de peso del huevo

En todos los casos los ajustes convergieron en una solución y los residuales presentaron una distribución aleatoria.

6.1. Cruzamientos simples

La Tabla 11 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con significado biológico derivados de los ajustes con los diferentes modelos matemáticos utilizados, en los cruzamientos simples y en las estirpes de las razas maternas empleadas para la producción de las ponedoras autosexantes Rubia INTA (aves Rhode Island Blanca) y Negra INTA (aves Plymouth Rock Barradas) respectivamente, utilizadas como poblaciones de referencia.

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de aumento de peso del huevo ($F = 291$; $P < 0,0001$).

Tabla N° 11 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
¹ A - Peso asintótico del huevo (g)	64,1 ± 0,43	64,5 ± 0,39	68,4 ± 0,96	59,8 ± 1,96
¹ k – Tasa de maduración para peso del huevo (g ⁻¹)	0,1411 ± 0,01639	0,1181 ± 0,01038	0,0438 ± 0,01000	0,0470 ± 0,01070
² r – Tasa de maduración para peso del huevo	0,868 ± 0,0142	0,889 ± 0,0092	0,957 ± 0,0096	0,954 ± 0,0102
² B – Rango de peso promedio del huevo (g)	17,1 ± 0,87	18,7 ± 0,65	21,4 ± 2,26	16,4 ± 1,67
² (A-B) - Peso promedio teórico del primer huevo (g)	47,0	45,8	47,0	43,4
R ²	0,944	0,969	0,962	0,961
¹ Modelo de Brody (t: edad cronológica) ² Modelo de Weatherup & Foster (t: semanas de postura) Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

Los genotipos evaluados no difirieron significativamente en los valores de la asíntota de peso del huevo (A: $F = 2,155$; $P = 0,098$) si bien el valor de probabilidad asociada es consistente con la menor asíntota mostrada por las aves Plymouth. Tampoco difirieron significativamente en el rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 2,120$; $P = 0,102$) que tendió a ser mayor en Rhode, pero si en la tasa de maduración para peso del huevo (k o r: $F = 13,85$; $P < 0,0001$). Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Blanca difirieron en el patrón de aumento de peso del huevo ($F = 229$; $P < 0,0001$) como así también lo hicieron, si bien en menor magnitud, los dos cruzamientos experimentales ($F = 4,54$; $P = 0,006$) respuestas atribuibles en ambos casos a la combinación de diferencias estadísticamente no significativas ni en el valor de sus asíntotas ni en los de sus tasas de maduración si bien en el primer caso (genotipos de referencia) prevaleció la diferencia de asíntota por sobre la diferencia de tasa de maduración mientras que en el caso de CP y CR se observó lo inverso, es decir, similares asíntotas y una tendencia en CR a presentar una menor velocidad de aproximación al peso asintótico del huevo.

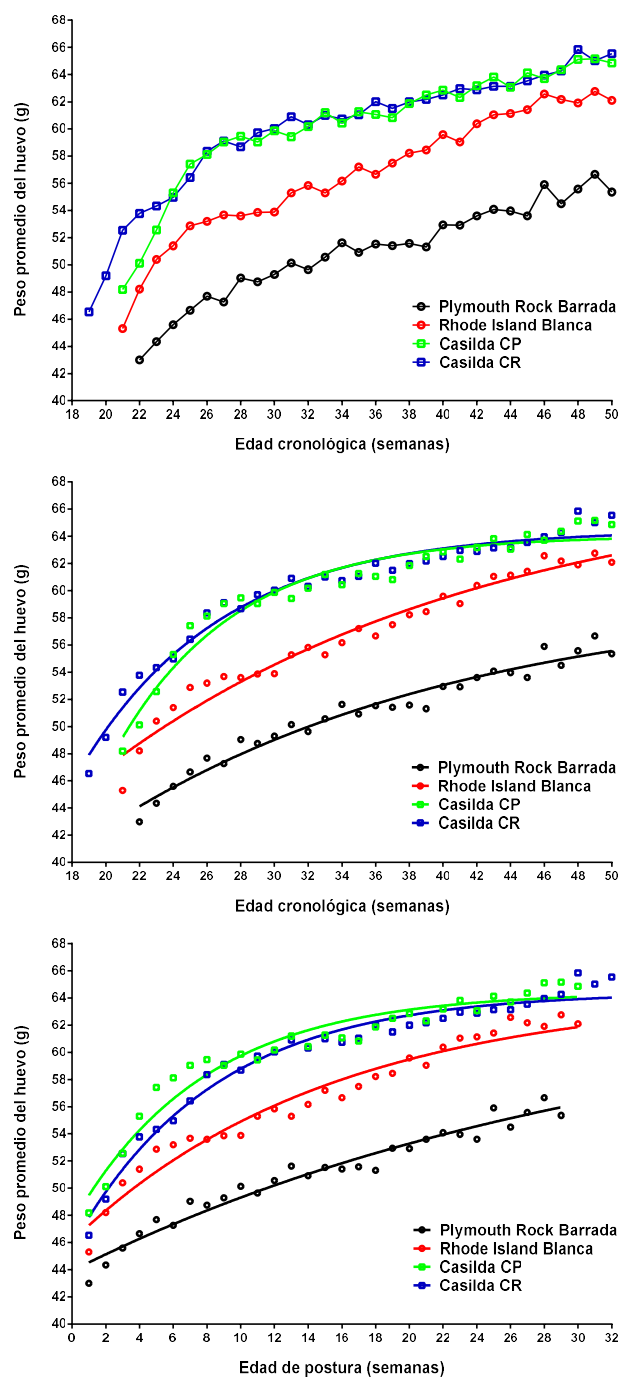


Figura N° 56 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia.

La Figura 56 resume las trayectorias de los valores experimentales (parte superior) y los ajustes derivados de la aplicación de la función de Brody (valores en función de la edad cronológica) y de la función de Weatherup & Foster (valores en función de la edad de postura) en las porciones media e inferior, respectivamente.

6.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 12 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con significado biológico derivados de los ajustes con los diferentes modelos matemáticos utilizados, en los cruzamientos de tres vías y en las ponedoras autosexantes Rubia INTA y Negra INTA, utilizadas como poblaciones de referencia.

Tabla N° 12 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
¹ A - Peso asintótico del huevo (g)	55,8 ± 0,45	52,2 ± 0,44	60,5 ± 0,80	57,2 ± 0,47
¹ k – Tasa de maduración para peso del huevo (g ⁻¹)	0,1343 ± 0,02227	0,1466 ± 0,01928	0,0714 ± 0,01077	0,1071 ± 0,01171
² r – Tasa de maduración para peso del huevo	0,874 ± 0,0195	0,864 ± 0,0167	0,931 ± 0,0100	0,898 ± 0,0105
² B – Rango de peso promedio del huevo (g)	12,4 ± 0,87	16,5 ± 1,01	14,1 ± 0,65	17,3 ± 0,70
² (A-B) - Peso promedio teórico del primer huevo (g)	43,4	35,7	46,4	39,9
R ²	0,889	0,922	0,957	0,963
¹ Modelo de Brody (t: edad cronológica) ² Modelo de Weatherup & Foster (t: semanas de postura) Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de aumento de peso del huevo (F = 82,9; P < 0,0001).

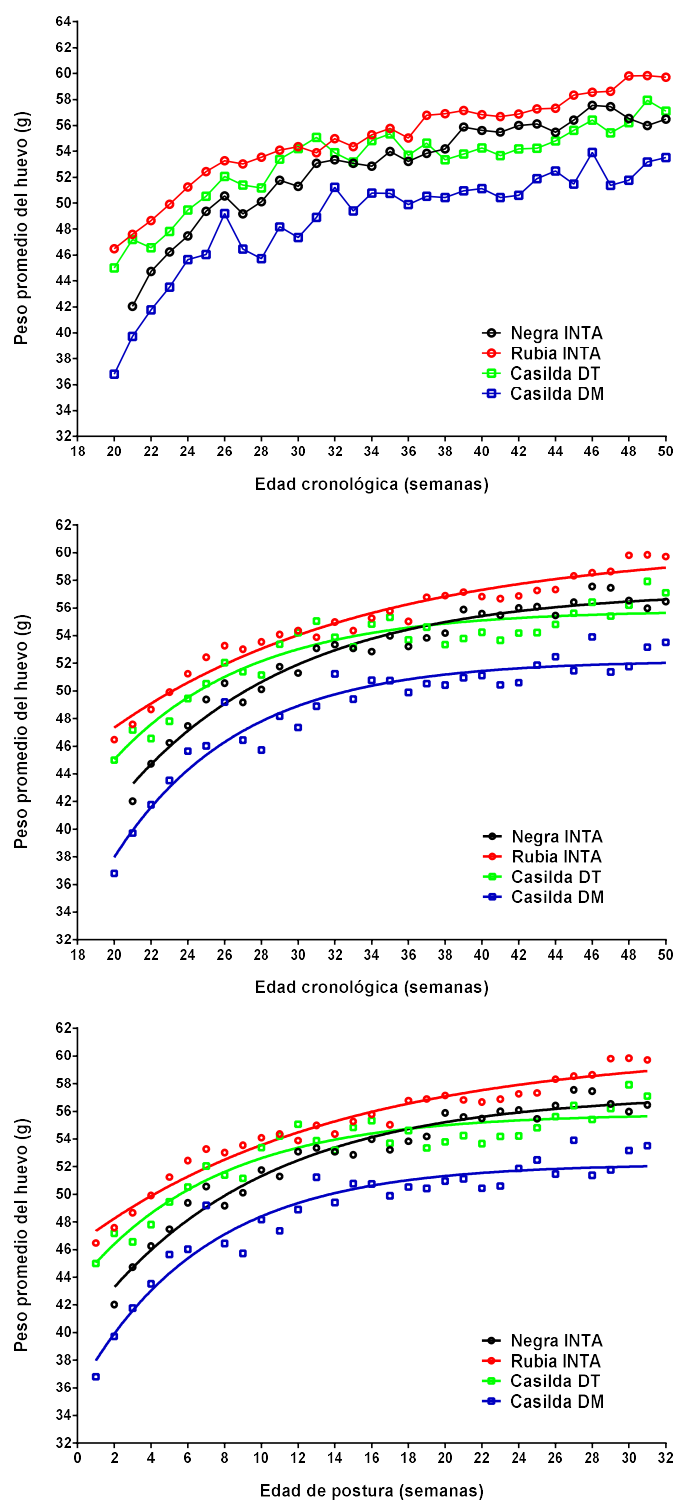


Figura N° 57 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y en los grupos testigo

La diferencia observada en la trayectoria global de los cuatro grupos es atribuible tanto a diferencias en los valores asintótico (A: $F = 21,59$; $P < 0,0001$), en el rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 6,681$; $P = 0,0003$) y en la tasa de maduración para peso del huevo (k o r: $F = 3,668$; $P = 0,0142$). Las ponedoras autosexantes mostraron diferencias significativas entre sí tanto a nivel global ($F = 61,71$; $P < 0,0001$) como en los estimadores de cada uno de los tres parámetros (A: $F = 11,98$; $P = 0,0011$ – B: $F = 6,598$; $P = 0,013$ y k o r: $F = 4,133$; $P = 0,047$). Los híbridos experimentales, por su parte, difirieron entre sí en las trayectorias globales ($F = 82,3$; $P < 0,0001$), en el valor asintótico ($F = 18,88$; $P < 0,0001$) y en el rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 8,752$; $P = 0,0045$), pero no en la tasa de maduración (k o r: $F = 0,139$; $P = 0,710$) mostrando sus curvas, en consecuencia, trayectorias paralelas.

La Figura 57 resume las trayectorias de los valores experimentales (parte superior) y los ajustes derivados de la aplicación de la función de Brody (valores en función de la edad cronológica) y de la función de Weatherup & Foster (valores en función de la edad de postura) en las porciones media e inferior, respectivamente.

6.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Tabla 13 presenta los valores de los estimadores de los parámetros con significado biológico derivados de los ajustes con los diferentes modelos matemáticos utilizados, en los cruzamientos de recíprocos entre los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR y en las ponedoras autosexantes Rubia INTA y Negra INTA, utilizadas como poblaciones de referencia.

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre la trayectoria global de las curvas de aumento de peso del huevo ($F = 68,3$; $P < 0,0001$).

La diferencia observada en la trayectoria global de los cuatro grupos es atribuible a diferencias en los valores asintótico (A: $F = 30,82$; $P < 0,0001$), en el rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 10,23$; $P < 0,0001$) y en la tasa de maduración para peso del huevo (k o r: $F = 19,16$; $P < 0,0001$).

Las ponedoras autosexantes mostraron diferencias significativas entre sí tanto a nivel global ($F = 20,89$; $P < 0,0001$) como en los estimadores de dos de los tres parámetros de interés biológico (A: $F = 40,02$; $P < 0,0001$ y k o r: $F = 33,08$; $P < 0,0001$), no así en el rango

entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 1,661$; $P = 0,203$).

Los cruzamientos recíprocos Caseros I y Caseros II, por su parte, difirieron entre sí en todos los aspectos considerados: las trayectorias globales ($F = 101,7$; $P < 0,0001$), el valor asintótico del huevo ($F = 48,47$; $P < 0,0001$), el rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo (B: $F = 20,09$; $P < 0,0001$) y la tasa de maduración para el peso del huevo (k o r : $F = 23,23$; $P < 0,0001$).

Tabla N°13 - Estimadores de los parámetros de las funciones de Brody y de Weatherup & Foster en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas y en los grupos testigo				
Carácter	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
¹ A - Peso asintótico del huevo (g)	68,5 ± 2,65	57,2 ± 0,40	66,4 ± 1,97	60,1 ± 0,27
¹ k – Tasa de maduración para peso del huevo (g ⁻¹)	0,0410 ± 0,00883	0,1082 ± 0,01007	0,0486 ± 0,01077	0,1414 ± 0,01198
² r – Tasa de maduración para peso del huevo	0,960 ± 0,0085	0,898 ± 0,0090	0,953 ± 0,0103	0,868 ± 0,0104
² B – Rango de peso promedio del huevo (g)	22,5 ± 2,30	16,2 ± 0,53	19,0 ± 1,47	21,8 ± 1,30
² (A-B) - Peso promedio teórico del primer huevo (g)	46,0	41,0	47,4	38,3
R ²	0,967	0,972	0,960	0,973
¹ Modelo de Brody (t: edad cronológica) ² Modelo de Weatherup & Foster (t: semanas de postura) Todos los valores corresponden al valor del estimador ± error estándar R ² : Coeficiente de determinación no lineal ajustado				

La Figura 58 resume las trayectorias de los valores experimentales (parte superior) y los ajustes derivados de la aplicación de la función de Brody (valores en función de la edad cronológica) y de la función de Weatherup & Foster (valores en función de la edad de postura) en las porciones media e inferior, respectivamente.

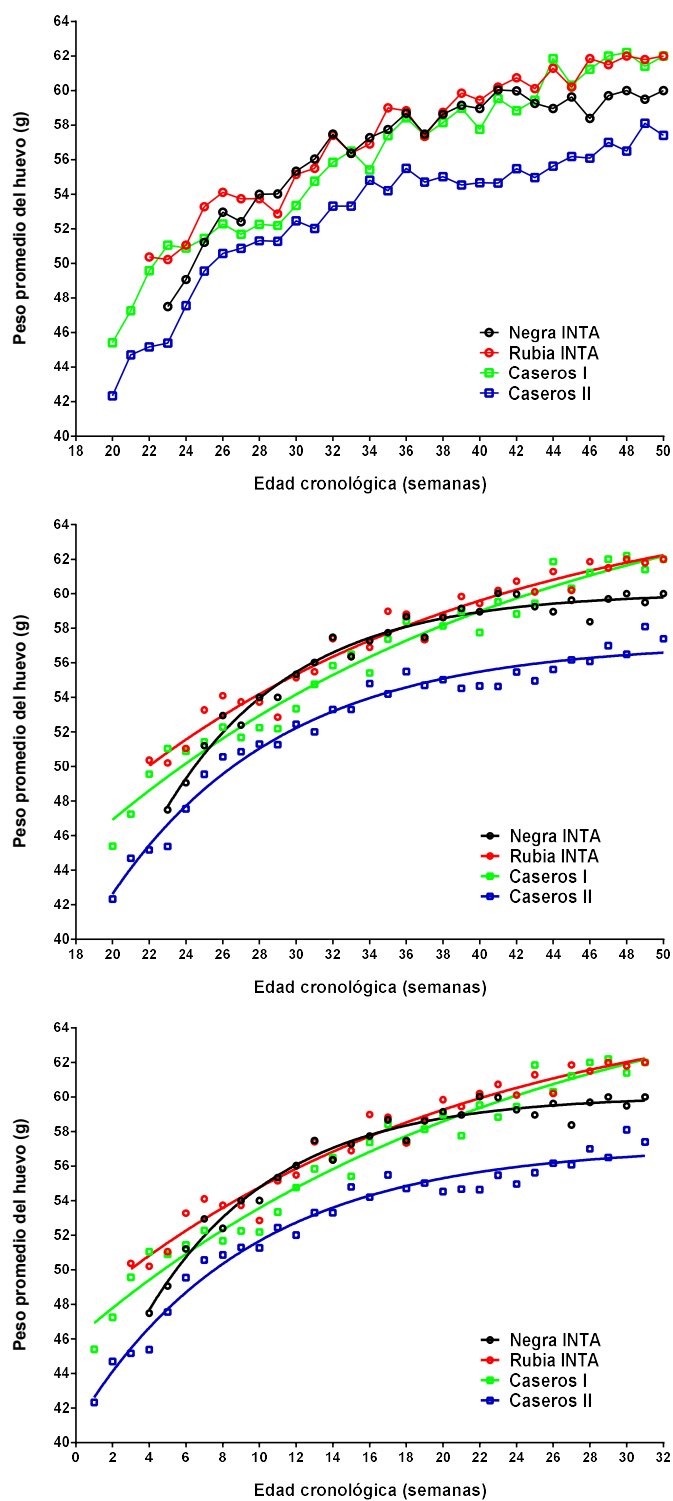


Figura N° 58 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia.

6.4. Resumen general

La Figura 59 resume las trayectorias de los valores experimentales (parte superior) y los ajustes derivados de la aplicación de la función de Brody (valores en función de la edad cronológica) y de la función de Weatherup & Foster (valores en función de la edad de postura) en las porciones media e inferior, respectivamente, en los seis cruzamientos experimentales.

Los cruzamientos simples pusieron huevos de mayor peso promedio durante todo el ciclo productivo, los cruzamientos recíprocos presentaron recorridos intermedios con diferencias notorias entre los mismos correspondiendo a Caseros I huevos más pesados ya a partir de la mitad del ciclo, diferencia que se incrementó de ahí en más. Los cruzamientos de tres vías presentaron patrones muy similares entre sí pero a diferente altura. Casilda DT puso huevos más pesados que Casilda DM con una trayectoria casi coincidente con la manifestada por Caseros I si bien con huevos algo más pesados al inicio del ciclo y algo más livianos hacia el final del mismo que éste. Casilda DM puso los huevos de menor peso promedio a lo largo de todo el lapso estudiado.

La Tabla 14 muestra, para cada grupo genético, el comportamiento de cada una de las tres variables (A, B y k) relativo al valor mayor de cada una de ellas considerado como valor 100. La Figura 60 describe diagramáticamente dichas relaciones.

Tabla N°14 - Comportamiento de los estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster aplicadas al análisis dinámico del peso del huevo, relativo al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas						
Carácter productivo	Cruzamientos simples		Cruzamientos de tres vías		Cruzamientos recíprocos	
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
A	93,6	94,2	81,5	76,2	100	83,5
B	76,0	83,1	55,1	73,3	100	72,0
r	90,4	92,6	91,0	90,0	100	93,5
A: peso asintótico del huevo B: rango entre el peso promedio del primer huevo y el peso asintótico del huevo r: tasa de maduración para el peso del huevo						

Caseros I mostró el mayor valor de los tres estimadores; Casilda DM el menor tamaño asintótico y Casilda DT el menor rango de aumento de peso del huevo (B) y la menor tasa de maduración (r). La mayor diferencia entre los grupos se dio para el parámetro B y la menor para el parámetro r.

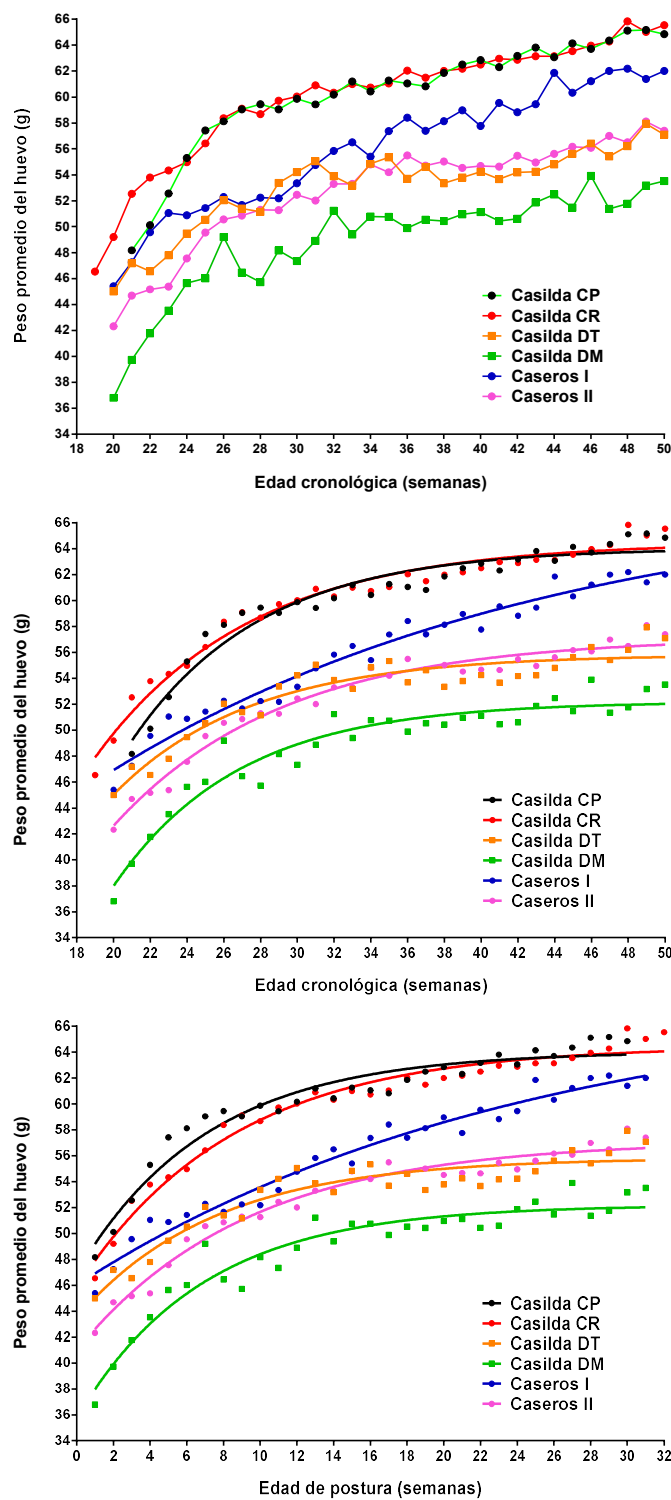


Figura N° 59 - Patrón dinámico de aumento de peso del huevo de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

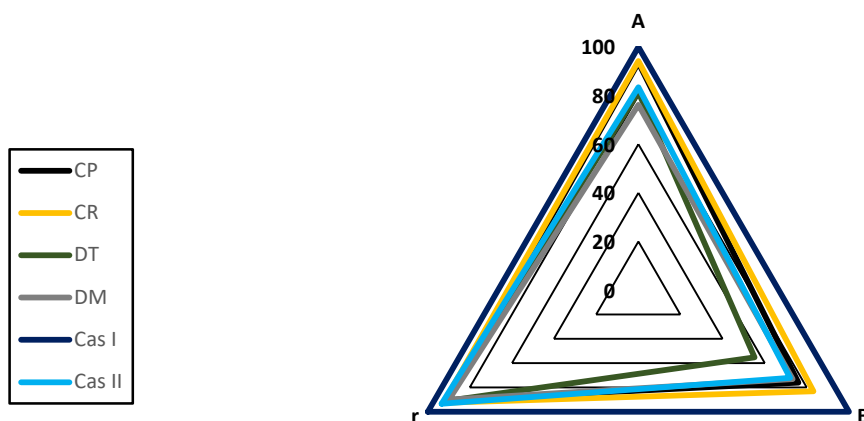


Figura N° 60 - Comportamiento de los estimadores de los parámetros de la función de Weatherup & Foster relativos al valor mayor de cada uno de ellos considerado como valor 100, en seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas

7.- Forma y tamaño del huevo. Análisis transversal

7.1. Análisis univariado

7.1.1. Cruzamientos simples

7.1.1.1. Edad: 30 semanas

La Tabla 15 resume los valores de tamaño (peso) y forma de los huevos puestos por las gallinas de los cuatro grupos genéticos evaluados a las 30 semanas de edad. Los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR pusieron huevos más pesados que las dos poblaciones de referencia, sin diferenciarse significativamente entre ellos. Las aves Rhode Island Blancas pusieron huevos en promedio más pesados que las gallinas Plymouth Rock Barradas. Los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR pusieron huevos más largos que los correspondientes a las dos poblaciones de referencia sin diferenciarse significativamente entre ellos. Las aves Rhode Island Blancas pusieron huevos en promedio más largos que las gallinas Plymouth Rock Barradas. Con respecto al ancho de los huevos se observaron diferencias significativas entre los híbridos simples correspondiendo mayor valor promedio a los huevos puestos por las aves Casilda CP. Entre las poblaciones de referencia Rhode Island Blanca puso huevos más anchos que Plymouth Rock Barrada. No se observaron diferencias entre Casilda CR y Rhode Island Blanca resultando, en consecuencia el siguiente orden

decreciente para la variable considerada: $CP > CR = RIB > PRB$. En consecuencia, las aves híbridas Casilda CP pusieron, en promedio, los huevos tanto más anchos como más largos y más pesados y las aves Plymouth Rock Barradas los más angostos, cortos y livianos. Con respecto a la forma, si bien la mayoría de los grupos presentaron huevos de forma promedio satisfactoria (comprendidos en el rango entre 72 y 76) Rhode Island Blanca puso huevos en promedio redondeados ($IF > 76$), tendencia evidenciada también por Casilda CP y Plymouth Rock Barrada.

Tabla N° 15 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad

	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Peso (g)	$57,4 \pm 0,55$ a	$56,3 \pm 0,82$ a	$52,6 \pm 0,58$ b	$47,5 \pm 0,47$ c
Longitud (mm)	$56,4 \pm 0,27$ a	$56,5 \pm 0,38$ a	$54,2 \pm 0,27$ b	$53,0 \pm 0,23$ c
Ancho (mm)	$43,2 \pm 0,21$ a	$42,3 \pm 0,25$ b	$41,8 \pm 0,20$ b	$40,4 \pm 0,14$ c
Forma (IF)	$76,6 \pm 0,47$ a	$75,0 \pm 0,50$ b	$77,2 \pm 0,38$ a	$76,4 \pm 0,31$ a
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio $\pm$ error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso a las 30 semanas

(a) Forma

Tabla N° 16 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

Categoría de forma	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Alargada	12	19	5	8
Satisfactoria	35	43	26	32
Redondeada	53	38	69	60

La clasificación de los huevos por el valor del IF (Tabla N° 16) no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 23,8$; $P = 0,0006$). Los híbridos

simples mostraron una mayor proporción de huevos alargados y con forma satisfactoria y una menor proporción de huevos redondeados -particularmente Casilda CR- que las estirpes de referencia (Figura 61).

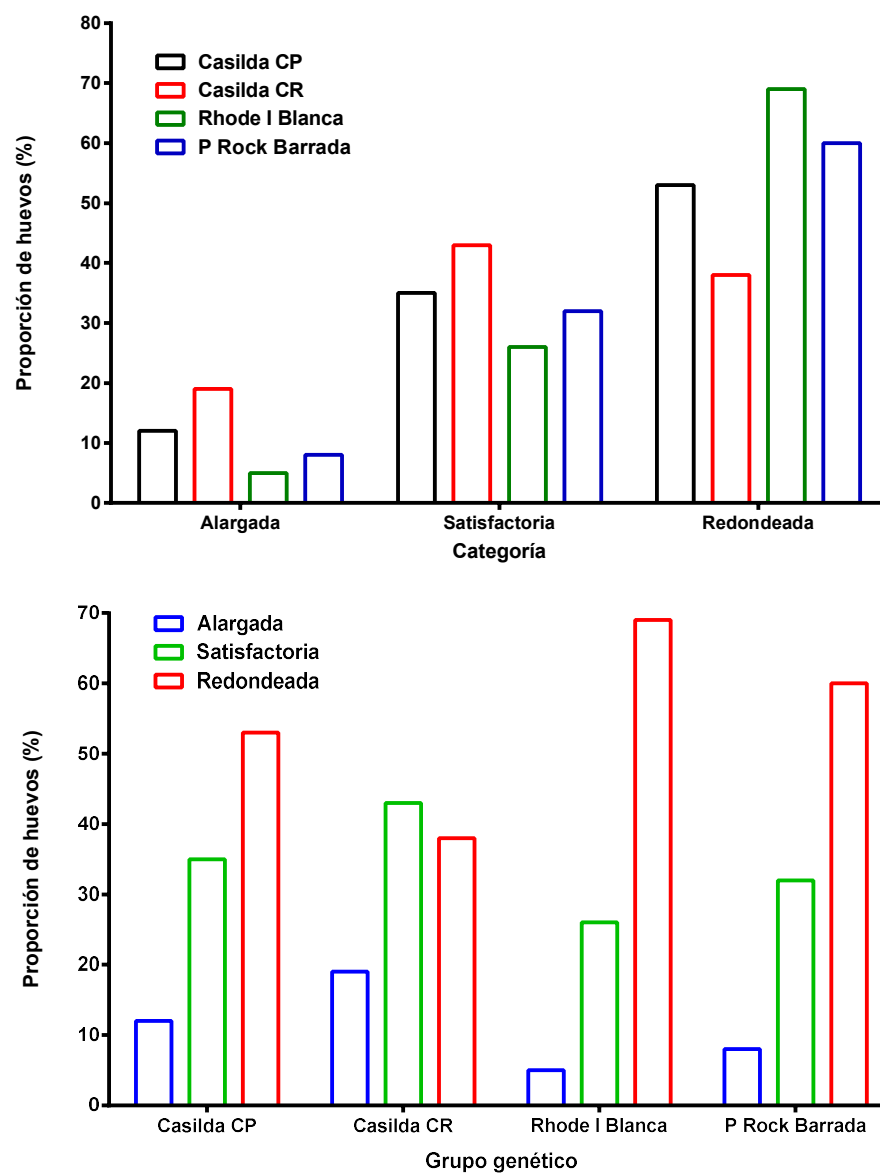


Figura N° 61 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

(b) Peso

Tabla N° 17 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso				
Categoría de peso	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Extra livianos	0	0	1	13
Muy livianos	0	12	17	44
Livianos	29	33	43	39
Medianos	59	37	36	3
Pesados	9	9	0	0
Extra pesados	3	9	3	1

La clasificación de los huevos por su peso (Tabla N° 17) no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 169$; $P < 0,0001$). No se observaron huevos extra livianos en los híbridos experimentales. Casilda CP tampoco presentó huevos muy livianos. Los genotipos de referencia no pusieron huevos en la categoría pesados. Los huevos de Casilda CP y Casilda CR categorizaron mayoritariamente como livianos y medianos al igual que los de Rhode Island Blanca mientras que los de las gallinas Plymouth Rock Barradas oscilaron entre muy livianos y livianos (Figura 62).

7.1.1.2. Edad: 43 semanas

En la Tabla 18 se presentan los valores de tamaño y forma de los huevos puestos por las gallinas de los cuatro grupos genéticos evaluados a las 43 semanas de edad. De manera coincidente con lo observado a las 30 semanas de edad, los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR pusieron huevos más pesados que las dos poblaciones de referencia sin diferenciarse significativamente entre ellos. Las aves Rhode Island Blancas pusieron huevos en promedio más pesados que las gallinas Plymouth Rock Barradas. Los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR pusieron, también en esta edad, huevos más largos que las dos poblaciones de referencia sin que se observaran diferencias estadísticamente significativas entre estas dos últimas. Con respecto al ancho de los huevos se reiteró el comportamiento observado a las 30 semanas sólo que en esta segunda edad la diferencia entre los híbridos simples no alcanzó el significado estadístico.

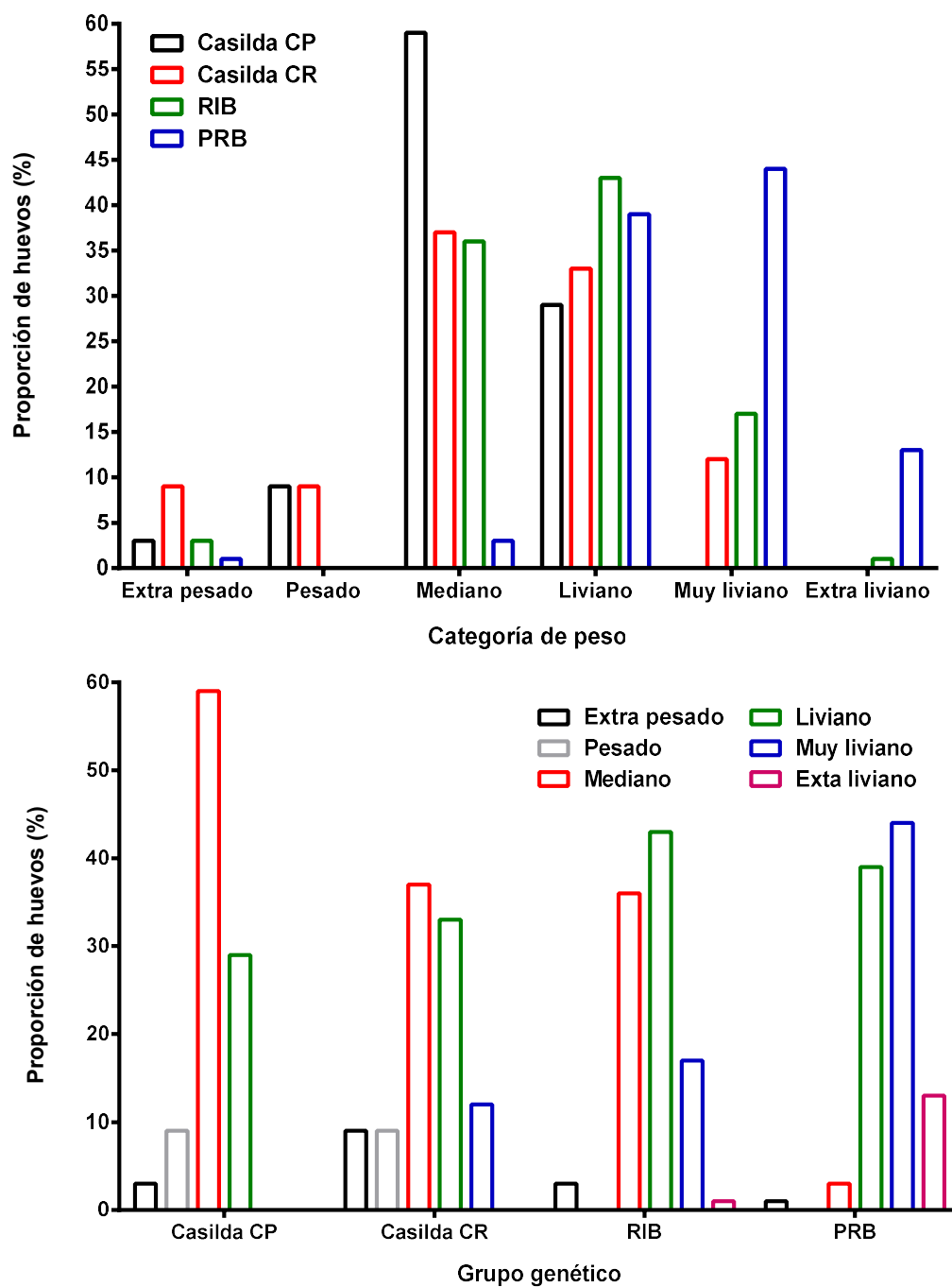


Figura N° 62 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso.

Tabla N° 18 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad				
	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Peso (g)	63,3 ± 0,45 a	62,9 ± 0,74 a	60,3 ± 0,50 b	54,3 ± 0,48 c
Longitud (mm)	58,4 ± 0,24 a	58,2 ± 0,37 a	56,8 ± 0,21 b	55,9 ± 0,27 b
Ancho (mm)	44,1 ± 0,12 a	43,8 ± 0,14 ab	43,5 ± 0,16 b	41,7 ± 0,14 c
Forma (IF)	75,7 ± 0,33 ab	75,6 ± 0,42 ab	76,6 ± 0,30 a	74,7 ± 0,37 b
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

En consecuencia, las aves híbridas Casilda CP pusieron, en promedio, los huevos tanto más anchos como más largos y más pesados, y las aves Plymouth Rock Barradas los huevos más angostos, cortos y livianos al igual que lo observado a las 30 semanas. Con respecto a la forma del huevo, las aves Plymouth Rock Barradas pusieron huevos con forma promedio francamente satisfactoria (comprendidos en el rango entre 72 y 76). Los tres grupos restantes pusieron huevos en el límite de ese rango lo que implica una cierta proporción de huevos redondeados (IF > 76), en particular Rhode Island Blanca que puso huevos, en promedio, redondeados.

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso a las 43 semanas

(a) Forma

Tabla N° 19 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma				
Categoría de forma	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Alargada	14	17	2	21
Satisfactoria	39	29	42	37
Redondeada	47	54	56	42

La clasificación de los huevos en tres categorías de acuerdo al valor del índice de forma no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 19,9$; $P = 0,0029$). En todos los genotipos predominaron los huevos redondeados. Rhode Island Blanca produjo una muy baja proporción de huevos alargados y Casilda CR fue el grupo con menos huevos de forma satisfactoria (Figura 63)

(b) Peso

Tabla N° 20 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

Categoría de peso	Grupo genético			
	Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
Extra livianos	0	0	0	1
Muy livianos	0	1	0	6
Livianos	3	3	14	47
Medianos	38	47	48	39
Pesados	41	37	35	6
Extra pesados	18	12	3	1

La clasificación de los huevos por su peso no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 145$; $P < 0,0001$). No se observaron huevos extra livianos salvo un 1% en el caso de las aves Plymouth Rock Barradas. Los huevos categorizados como muy livianos fueron poco frecuentes. Los huevos de los híbridos experimentales Casilda CP y Casilda CR categorizaron mayoritariamente como medianos y pesados al igual que los de las gallinas Rhode Island Blancas mientras que los de las gallinas Plymouth Rock Barradas oscilaron entre livianos y medianos (Figura 64).

7.1.1.3. Análisis factorial

El efecto del grupo genético fue estadísticamente significativo para las cuatro variables (Peso del huevo: $F = 107$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 51,4$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 80,6$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 6,64$; $P = 0,0002$), al igual que el efecto de la edad (Peso del huevo: $F = 264$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 129$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 119$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 5,52$; $P = 0,019$). El efecto de la interacción simple grupo genético x edad sólo fue significativo para el carácter forma del huevo (Peso del huevo: $F = 0,80$; $P = 0,496$; Longitud del huevo: $F = 1,83$; $P = 0,140$; Ancho

del huevo: $F = 1,90$; $P = 0,128$; Forma del huevo: $F = 2,97$; $P = 0,031$) como se observa en la Figura 65.

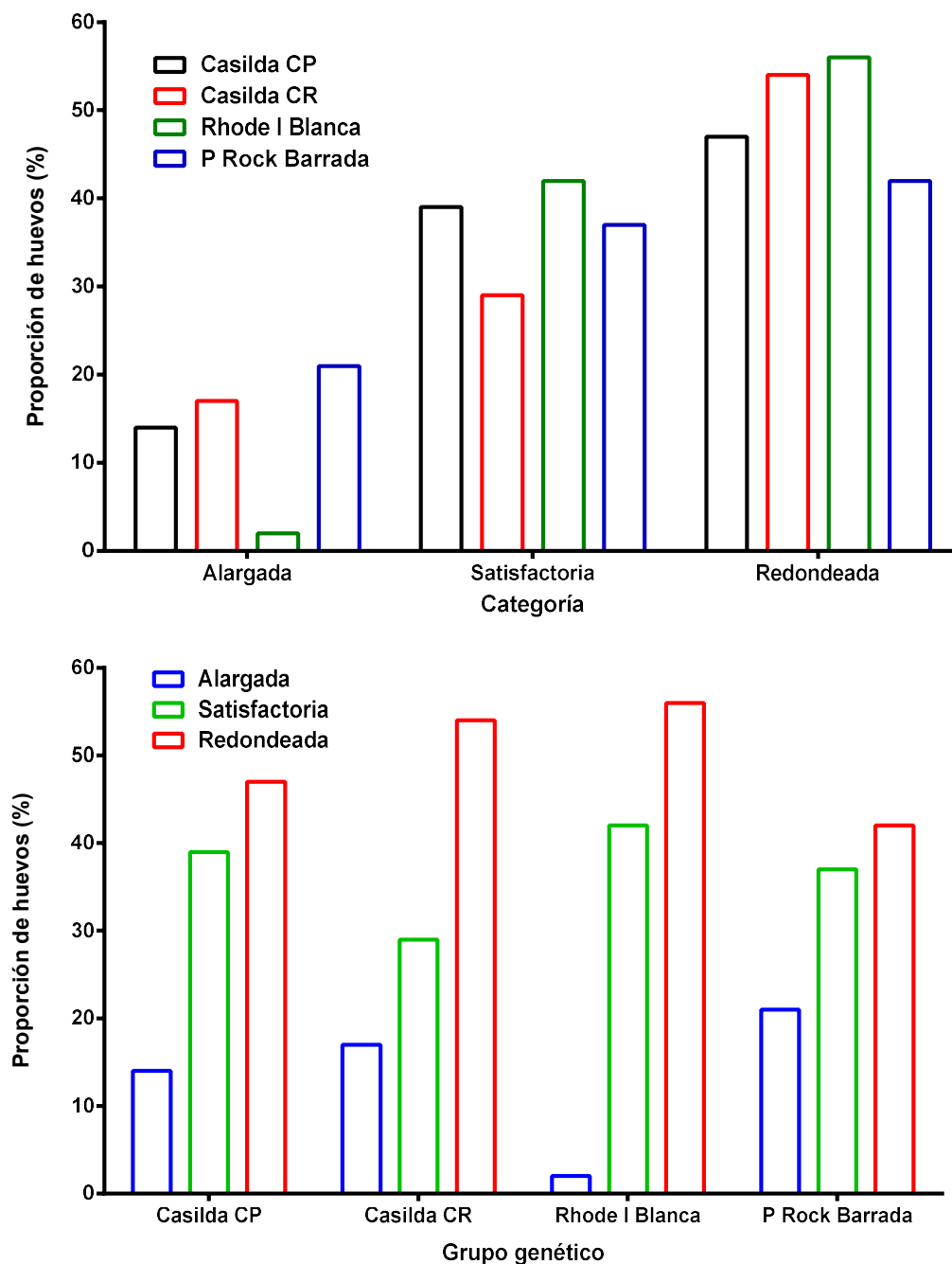


Figura N° 63 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

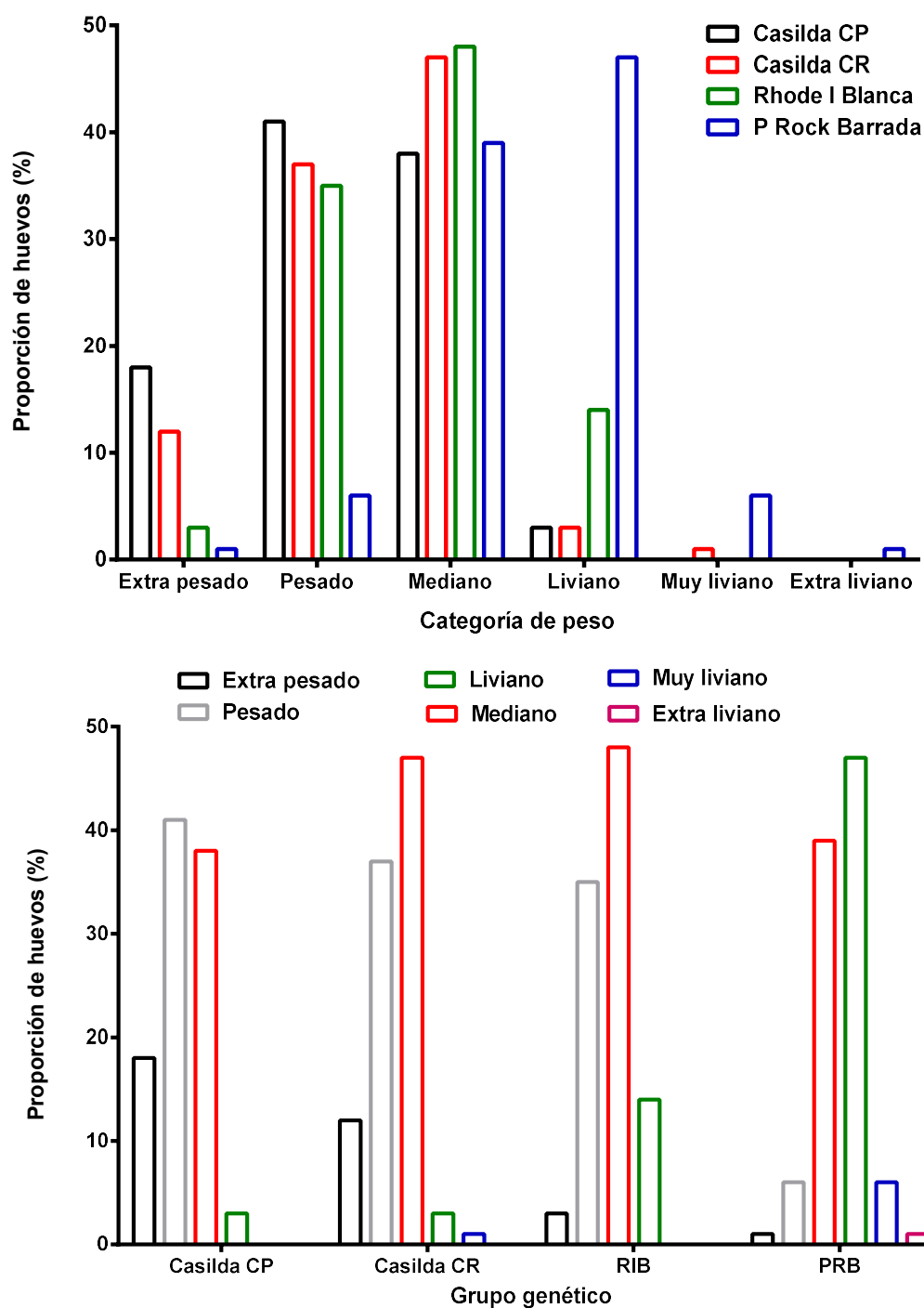


Figura N° 64 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

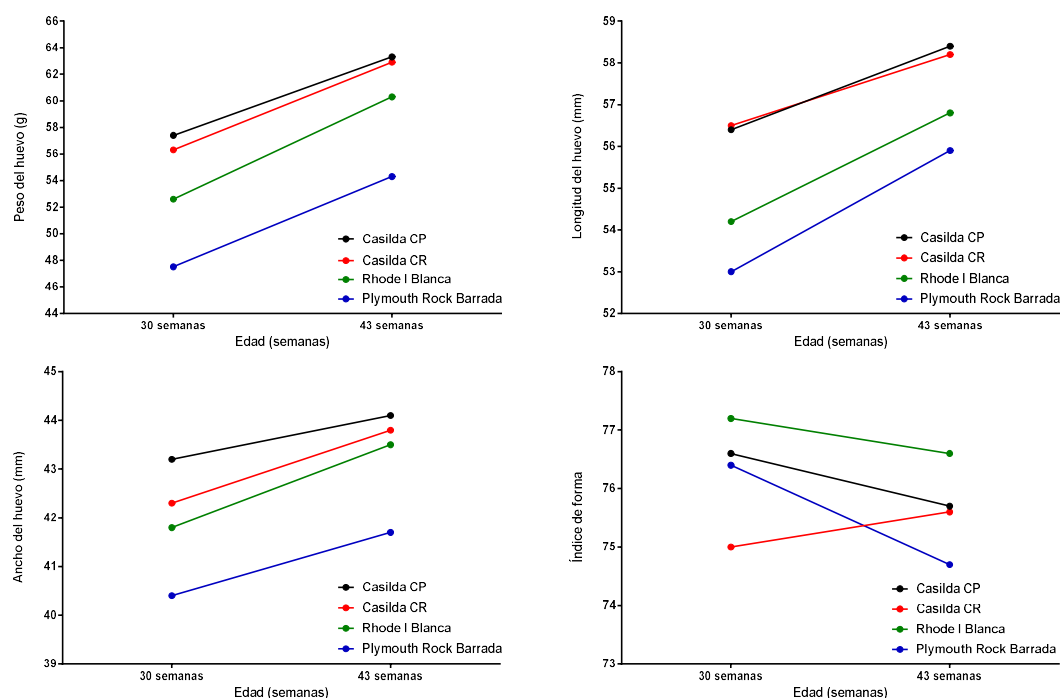


Figura N° 65 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y en los genotipos de referencia

7.1.2. Cruzamientos de tres vías

7.1.2.1. Edad: 30 semanas

El híbrido Casilda Don Manuel produjo los huevos con menor peso promedio si bien no se diferenció en forma significativa de Negra INTA. Los huevos más pesados correspondieron a Rubia INTA. Casilda Doña Teresa y Negra INTA produjeron huevos de peso promedio intermedio, con una ligera ventaja a favor del híbrido de tres vías. A excepción de Rubia INTA que presentó huevos de mayor longitud que el resto, los grupos no mostraron diferencias significativas para esta variable. El híbrido autosexante Rubia INTA no sólo produjo, en promedio, los huevos más pesados sino que los mismos fueron también los más largos y los más anchos. El menor ancho promedio del huevo correspondió al híbrido de tres vías Casilda Don Manuel que no se diferenció de Negra INTA, mientras que Casilda Doña Teresa no lo hizo de Rubia INTA. Si bien todos los grupos presentaron en promedio huevos de forma satisfactoria ($72 \leq IF \leq 76$) Casilda Don Manuel produjo huevos más

alargados debido principalmente a su menor ancho y Casilda Doña Teresa huevos que tendieron a redondeados (Tabla 21).

Tabla N° 21 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad				
	Grupo genético			
	Casilda Doña Teresa	Casilda Don Manuel	Rubia INTA	Negra INTA
Peso (g)	53,0 ± 0,70 a	50,3 ± 0,82 b	57,4 ± 0,73 c	51,9 ± 0,62 ab
Longitud (mm)	55,1 ± 0,30 a	55,2 ± 0,34 a	56,6 ± 0,29 b	55,0 ± 0,24 a
Ancho (mm)	42,1 ± 0,19 ac	40,9 ± 0,20 b	42,7 ± 0,17 a	41,6 ± 0,19 bc
Forma (IF)	76,4 ± 0,47 a	74,3 ± 0,39 b	75,6 ± 0,31 ab	75,7 ± 0,33 a
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso

(a) Forma

Tabla N° 22 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma				
Categoría de forma	Grupo genético			
	Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
Alargada	18	23	12	13
Satisfactoria	25	48	41	40
Redondeada	57	29	47	47

La clasificación de los huevos en tres categorías de acuerdo al valor del índice de forma no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 21,0$; $P = 0,0018$). Casilda DT se caracterizó por presentar la menor proporción de huevos con forma satisfactoria y Casilda DM por presentar la menor proporción de huevos de forma redondeada (Figura 66).

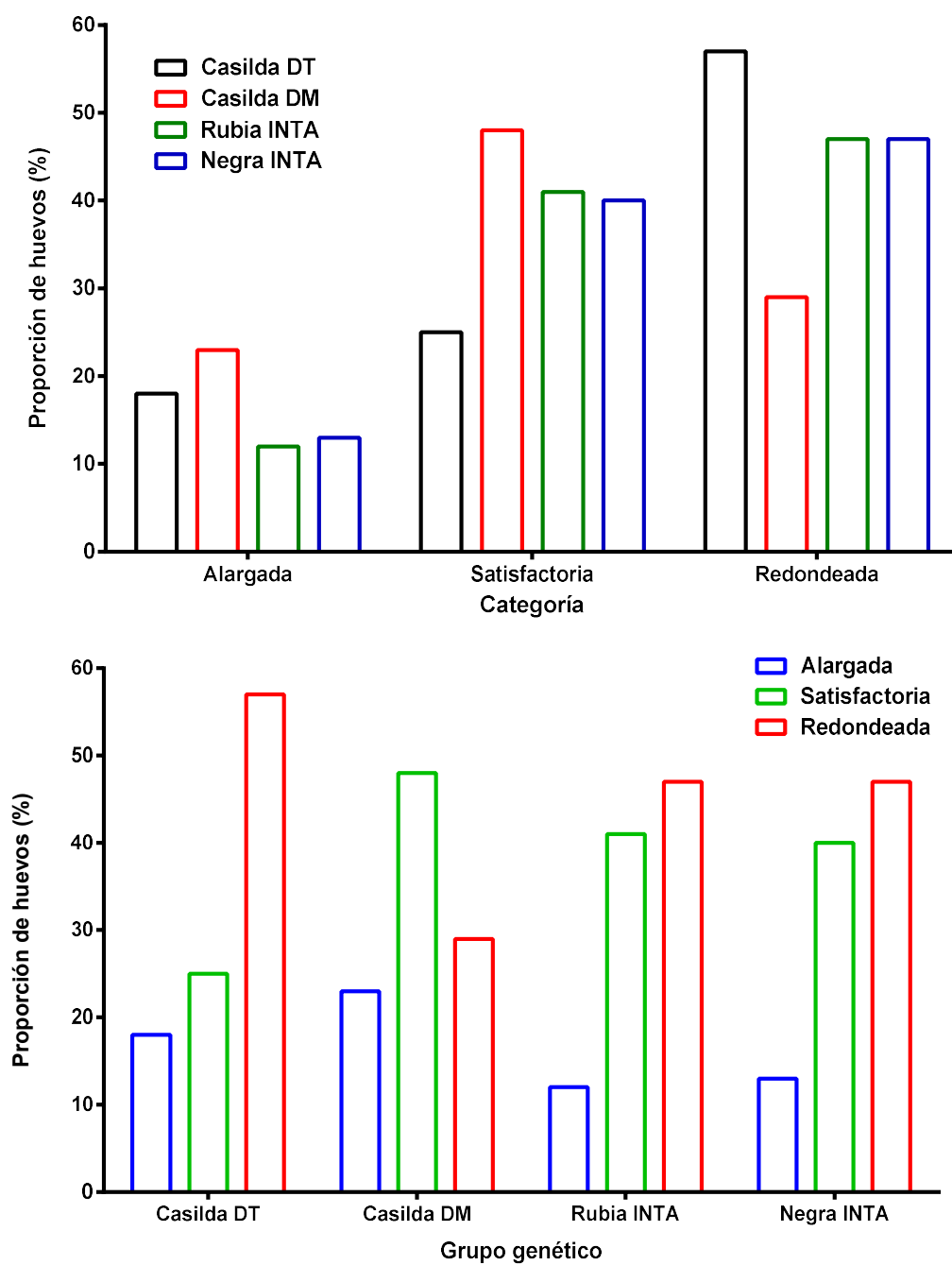


Figura N° 66 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

(b) Peso

Tabla N° 23 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

Categoría de peso	Grupo genético			
	Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
Extra livianos	2	10	0	4
Muy livianos	24	33	4	24
Livianos	30	34	22	36
Medianos	34	16	58	30
Pesados	10	2	12	6
Extra pesados	0	5	4	0

La clasificación de los huevos por su peso no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 82,6$; $P = 0,0018$). La proporción de huevos extremos (extra livianos o extra pesados) fue escasa (nula para los primeros en el caso de Rubia INTA y para los segundos en el caso de Casilda DT y Negra INTA). La mayoría de los huevos categorizaron entre muy livianos y medianos a excepción de Rubia INTA en cuyo caso el rango se restringió a livianos a medianos (Figura 67).

7.1.2.2. Edad: 43 semanas

Tabla N° 24 - Peso y forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad

	Grupo genético			
	Casilda Doña Teresa	Casilda Don Manuel	Rubia INTA	Negra INTA
Peso (g)	$57,6 \pm 0,61$ a	$54,5 \pm 0,58$ b	$61,6 \pm 0,52$ c	$59,6 \pm 0,50$ a
Longitud (mm)	$56,7 \pm 0,24$ ac	$56,1 \pm 0,27$ a	$57,6 \pm 0,21$ b	$57,1 \pm 0,19$ bc
Ancho (mm)	$43,3 \pm 0,17$ a	$42,0 \pm 0,15$ b	$43,9 \pm 0,12$ c	$43,7 \pm 0,14$ ac
Forma (IF)	$76,4 \pm 0,37$ a	$75,0 \pm 0,32$ b	$76,3 \pm 0,26$ a	$76,7 \pm 0,28$ a

Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético

Todos los valores corresponden al promedio $\pm$ error estándar

Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos

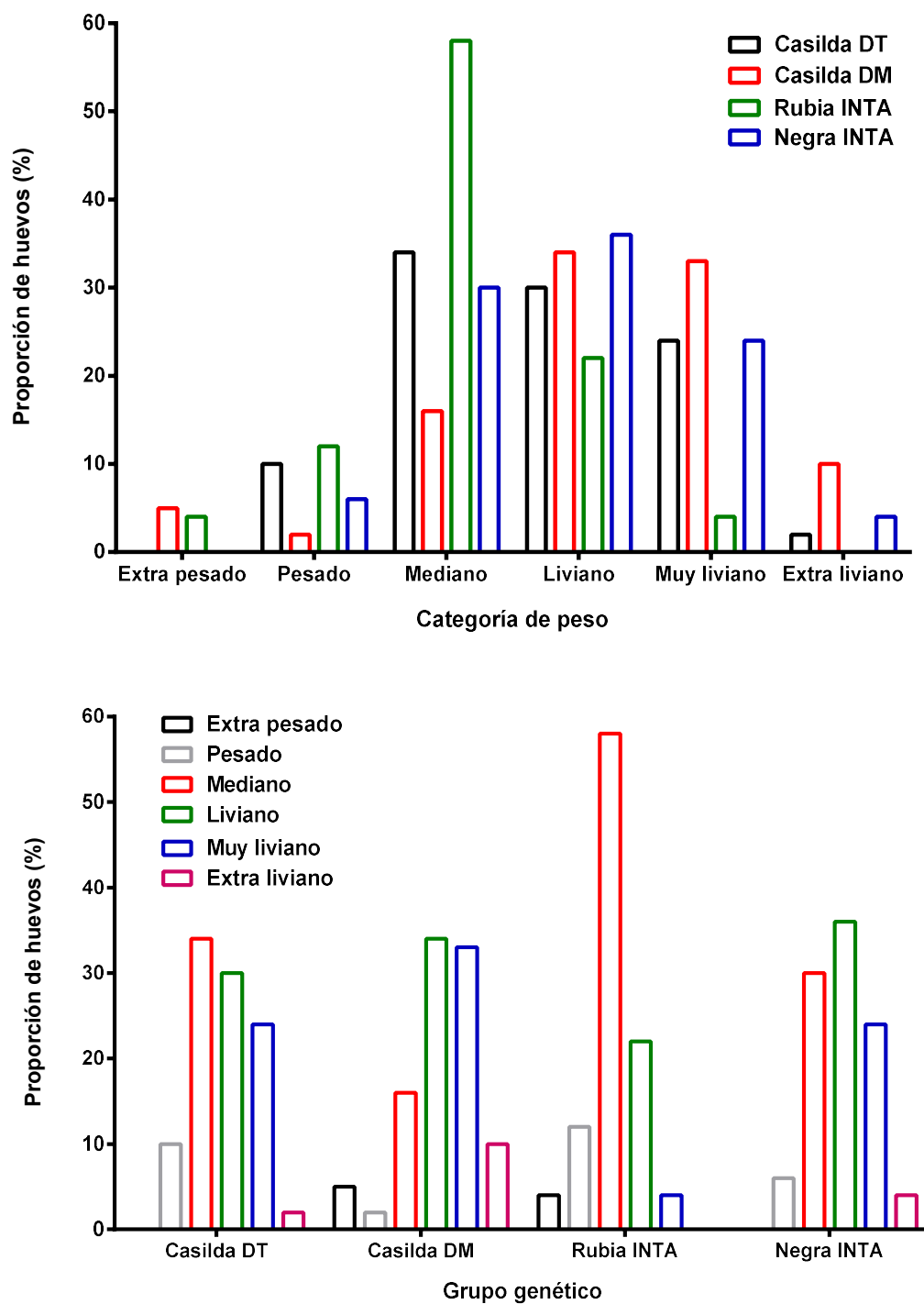


Figura N° 67 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso.

Como se observa en la Tabla 24 Casilda Don Manuel puso los huevos más livianos y Rubia INTA los más pesados mostrando los dos grupos restantes un comportamiento intermedio, si bien Casilda Doña Teresa puso huevos en promedio más livianos que Negra INTA. Casilda Don Manuel puso los huevos más cortos y angostos y Rubia INTA los de mayor longitud y más anchos lo que se tradujo en un valor promedio del índice de forma por encima del límite superior del intervalo que define a la forma de los huevos como satisfactoria.

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso

(a) Forma

Tabla N° 25 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma				
Categoría de forma	Grupo genético			
	Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
Alargada	17	15	3	7
Satisfactoria	24	47	46	31
Redondeada	59	38	51	62

La clasificación de los huevos en tres categorías de acuerdo al valor del índice de forma no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 29,5$; $P < 0,0001$). Los híbridos de tres vías mostraron mayor proporción de huevos alargados que las ponedoras autosexantes utilizadas como referencia. Casilda DT presentó la menor proporción de huevos con forma satisfactoria y Casilda DM la menor proporción de huevos redondeados (Figura 68).

(b) Peso

Tabla N° 26 - Proporción de huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de gallinas camperas con 25% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso				
Categoría de peso	Grupo genético			
	Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
Extra livianos	0	4	0	0
Muy livianos	6	9	2	1
Livianos	20	29	2	12
Medianos	51	47	50	57
Pesados	18	10	35	25
Extra pesados	5	1	11	5

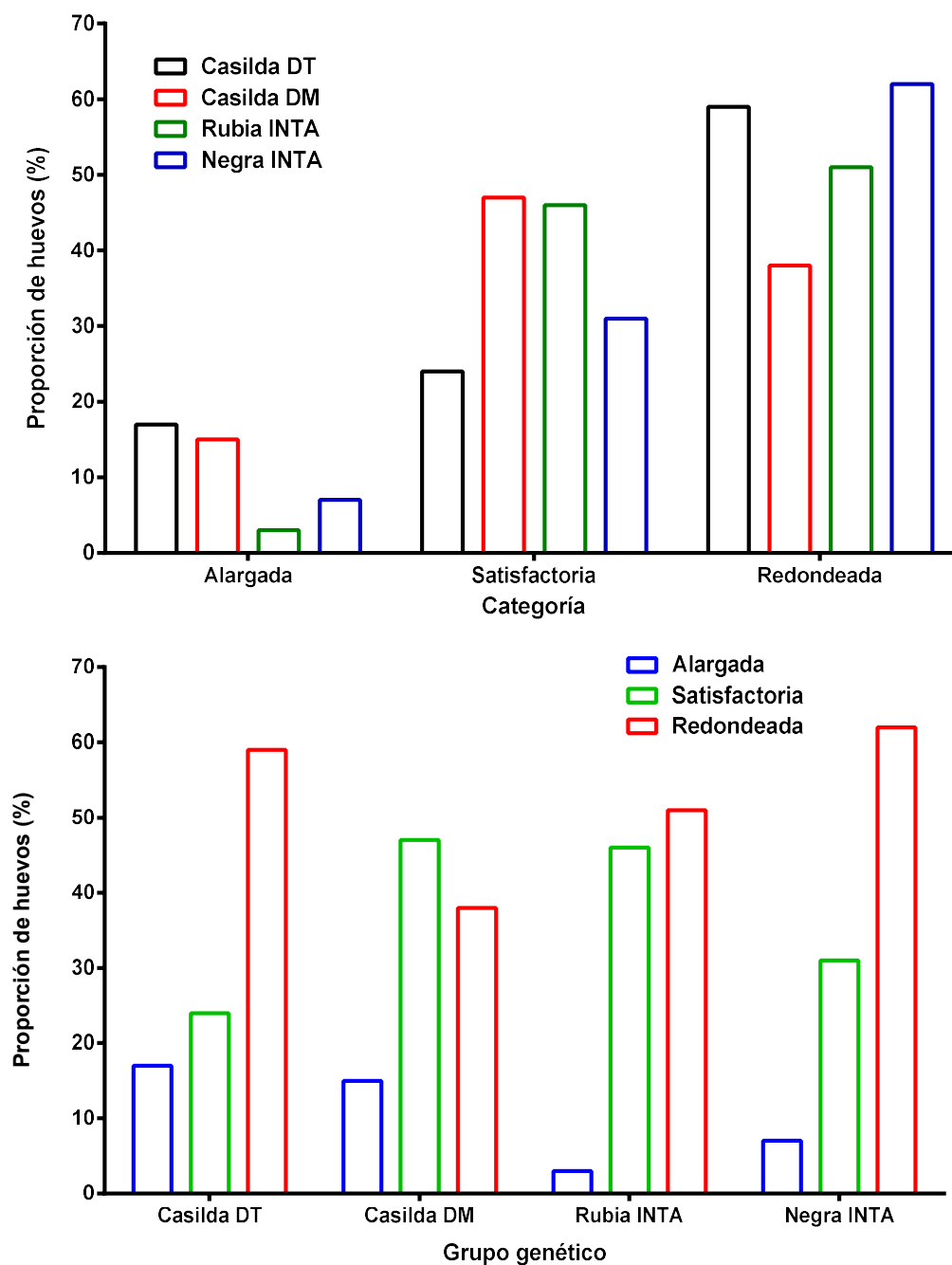


Figura N° 68 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

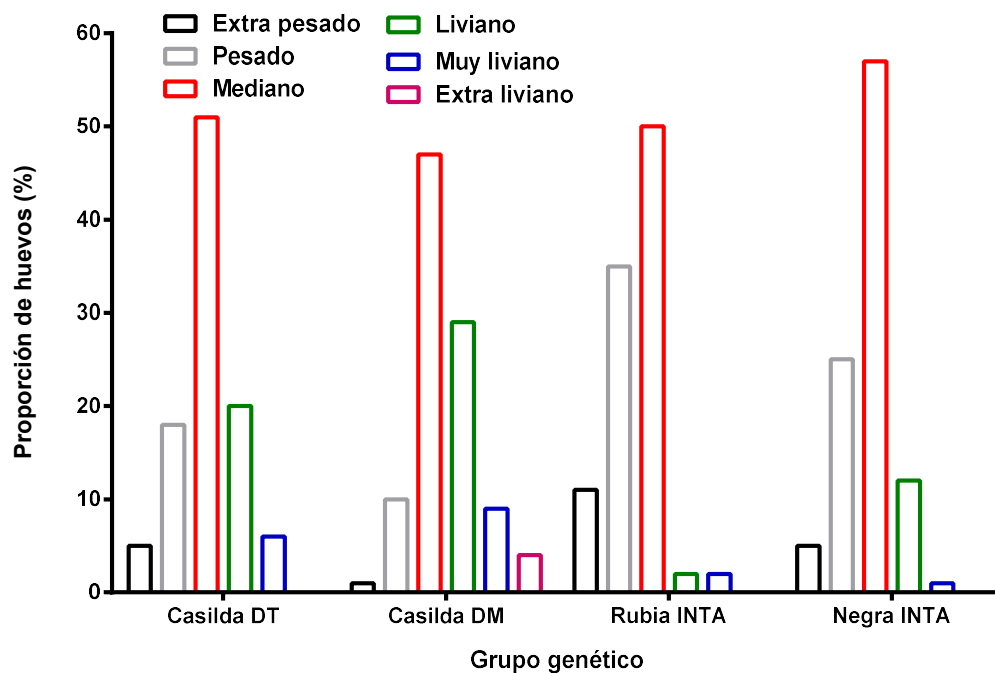
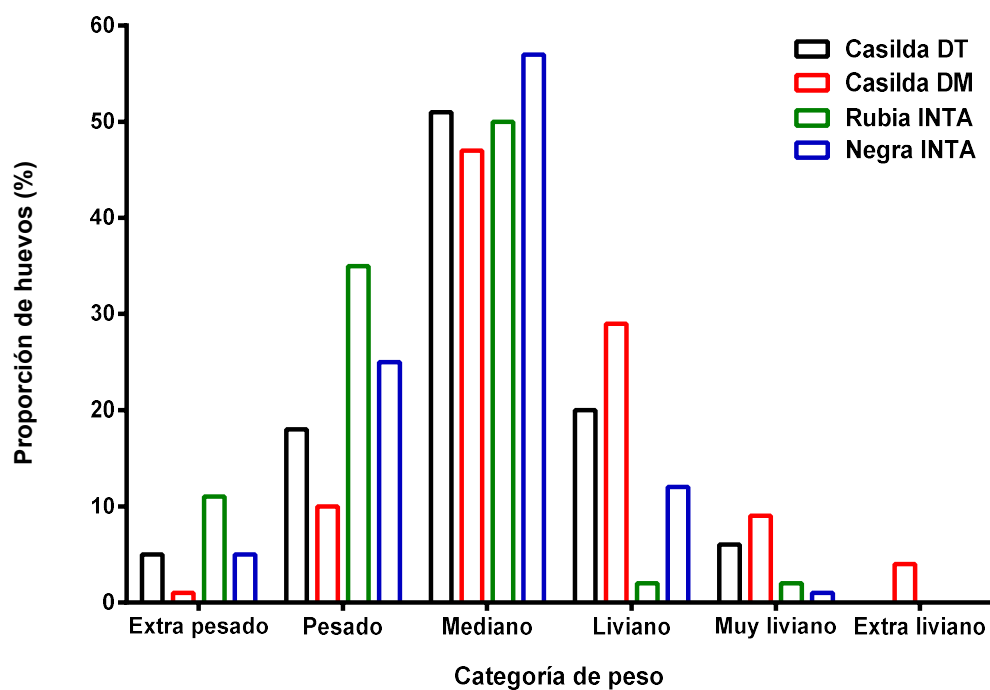


Figura N° 69 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso

La clasificación de los huevos por su peso no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 72,0$; $P < 0,0001$). La proporción de huevos extra livianos fue nula para Casilda DT y ambos grupos de referencia. La mayoría de los huevos categorizaron como medianos y se distribuyeron de livianos a pesados a excepción de Rubia INTA cuyos huevos se concentraron en las categorías de pesados y extra pesados (Figura 69).

7.1.2.3. Análisis factorial

El efecto del grupo genético fue estadísticamente significativo para las cuatro variables (Peso del huevo: $F = 41,1$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 11,7$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 42,4$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 10,3$; $P < 0,0001$), al igual que el efecto de la edad (Peso del huevo: $F = 130$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 56,2$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 139$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 5,98$; $P = 0,015$). El efecto de la interacción simple fue estadísticamente significativo para los caracteres peso y ancho del huevo (Peso del huevo: $F = 3,47$; $P = 0,016$; Longitud del huevo: $F = 2,25$; $P = 0,082$; Ancho del huevo: $F = 3,89$; $P = 0,009$; Forma del huevo: $F = 0,75$; $P = 0,524$) - Figura 70.

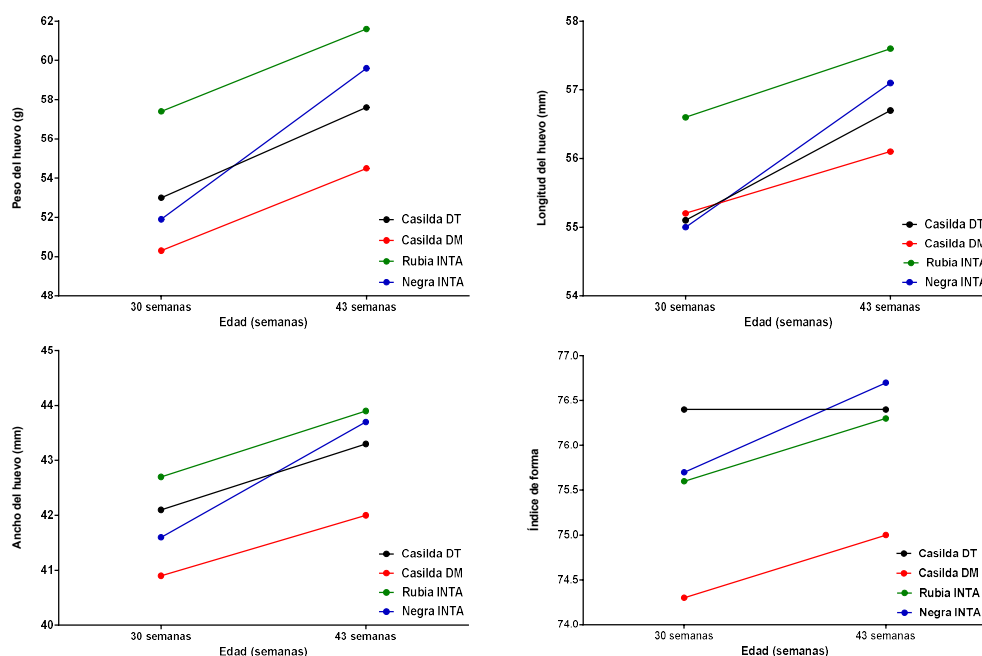


Figura N° 70 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia

7.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

7.1.3.1. Edad: 30 semanas

Tabla N° 27 - Peso y forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 30 semanas de edad				
	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Peso (g)	49,4 ± 0,51 a	51,8 ± 0,50 b	56,1 ± 0,53 c	55,8 ± 0,52 c
Longitud (mm)	53,3 ± 0,22 a	54,0 ± 0,20 a	55,6 ± 0,25 b	55,6 ± 0,23 b
Ancho (mm)	40,9 ± 0,14 a	41,4 ± 0,15 a	42,8 ± 0,22 b	42,4 ± 0,13 b
Forma (IF)	76,6 ± 0,29 a	76,7 ± 0,30 a	76,9 ± 0,45 a	76,3 ± 0,30 a
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Caseros I produjo los huevos con menor peso promedio. Los más pesados correspondieron a Rubia INTA si bien este genotipo no se diferenció significativamente de la otra ponedora autosexante Negra INTA. Caseros II produjo huevos algo más pesados que Caseros I y más livianos que los correspondientes a ambas poblaciones testigo. Las poblaciones experimentales Caseros I y Caseros II pusieron huevos algo más cortos y angostos que los de las poblaciones testigo. No se observaron diferencias ni entre Caseros I y II, ni entre Rubia y Negra INTA. Los menores valores promedio de longitud y ancho del huevo en las dos poblaciones experimentales no afectó la forma promedio de los mismos, carácter respecto del cual no se observaron diferencias significativas entre los cuatro grupos genéticos correspondiéndoles, en todos los casos, huevos con un índice de forma algo por encima del límite superior del intervalo que define a los huevos como de forma satisfactoria (Tabla 27).

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso

(a) Forma

Tabla N° 28 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma				
Categoría de forma	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Alargada	7	6	4	7
Satisfactoria	36	23	38	35
Redondeada	57	61	58	58

La clasificación de los huevos en tres categorías de acuerdo al valor del índice de forma (Tabla 28) mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 4,730$; $P = 0,579$). Todos los grupos presentaron una muy baja proporción de huevos alargados y una alta proporción de huevos redondeados. Caseros II presentó la menor proporción de huevos con forma satisfactoria (Figura 71).

(b) Peso

Tabla N° 29 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso				
Categoría de peso	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Extra livianos	5	4	0	0
Muy livianos	33	21	5	1
Livianos	44	42	31	35
Medianos	17	33	47	58
Pesados	1	0	16	4
Extra pesados	0	0	1	2

La clasificación de los huevos por su peso (Tabla 29) no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 115$; $P < 0,0001$). La proporción de huevos extra livianos fue nula para ambos grupos de referencia al igual que la de huevos pesados para los cruzamientos recíprocos. Los huevos categorizaron como muy livianos a medianos para Caseros I y II, entre livianos y pesados para Rubia INTA y entre livianos y medianos en el caso de Rubia INTA (Figura 72).

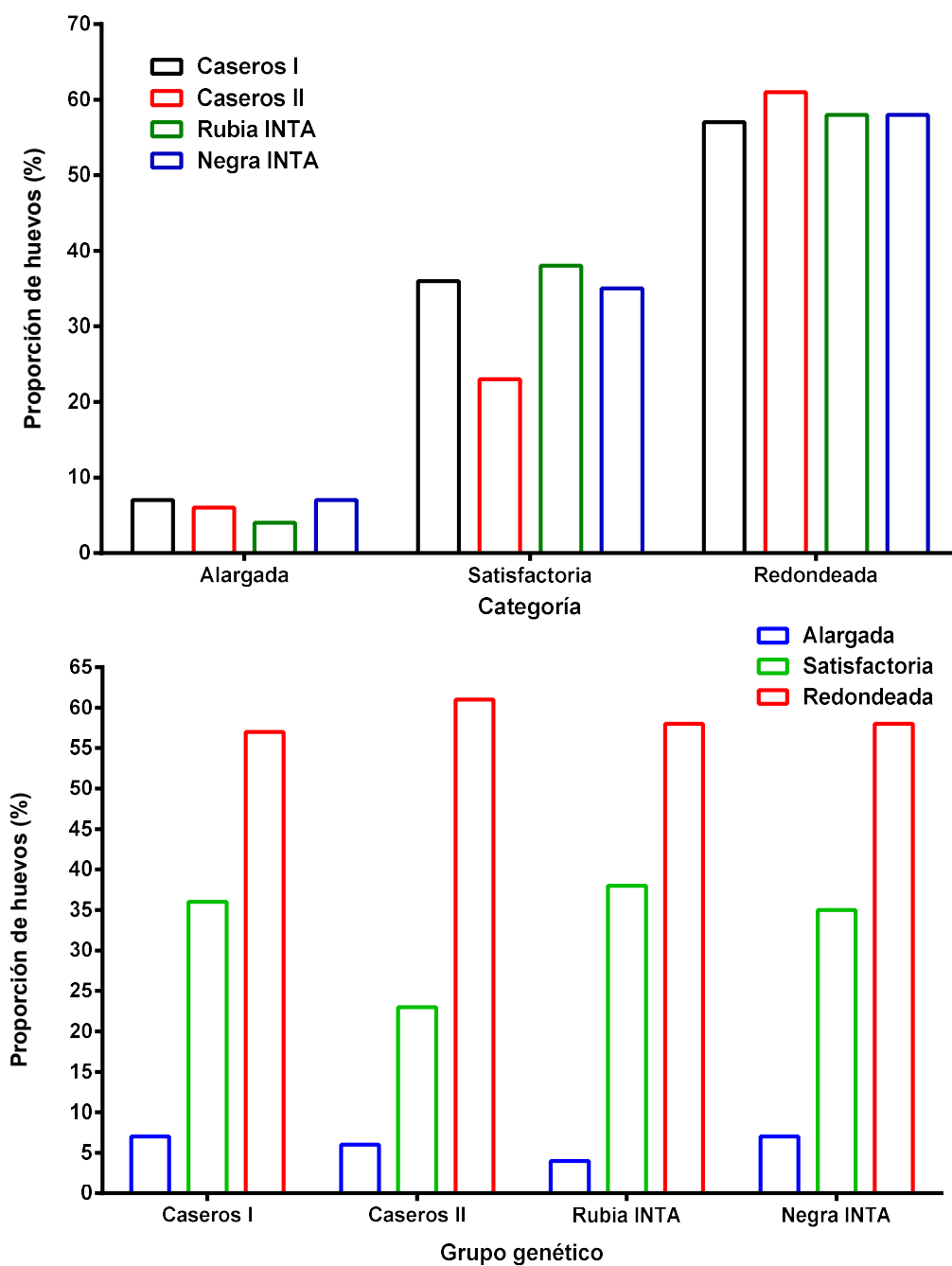


Figura N° 71 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su forma

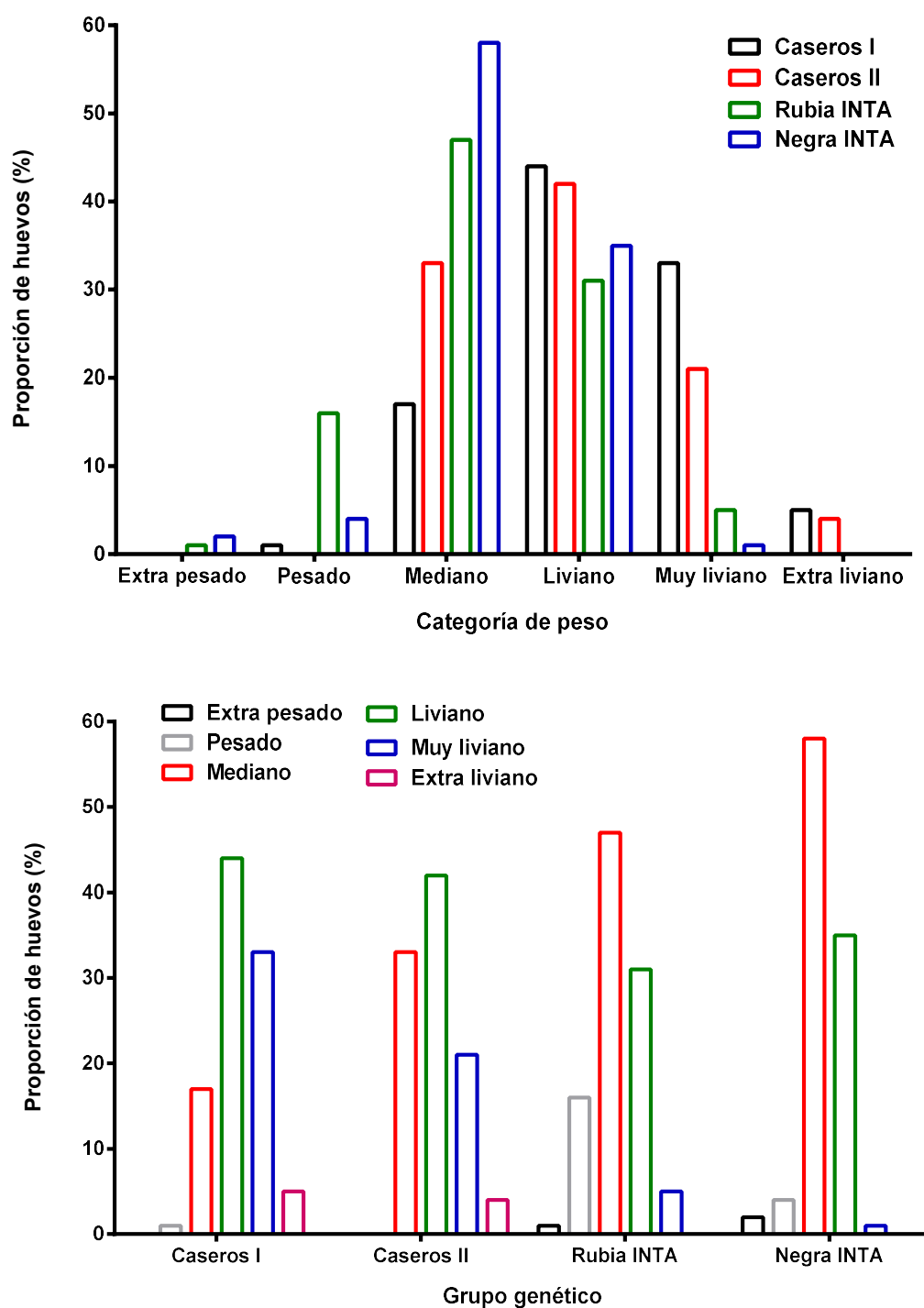


Figura N° 72 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso

7.1.3.2. Edad: 43 semanas

Tabla N° 30 - Peso y forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo, a las 43 semanas de edad				
	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Peso (g)	56,0 ± 0,64 a	59,5 ± 0,67 b	61,7 ± 0,48 c	59,8 ± 0,50 bc
Longitud (mm)	56,7 ± 0,26 a	57,1 ± 0,26 a	57,4 ± 0,21 a	57,2 ± 0,22 a
Ancho (mm)	42,3 ± 0,17 a	43,4 ± 0,17 b	43,9 ± 0,12 c	43,8 ± 0,14 bc
Forma (IF)	74,8 ± 0,38 a	76,0 ± 0,31 b	76,6 ± 0,28 b	76,6 ± 0,29 b
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos				

Como puede observarse en la Tabla 30, Caseros I puso huevos con un peso promedio menor al de los tres genotipos restantes. De ellos Caseros II presentó los huevos más livianos, Rubia INTA los más pesados y Negra INTA pesos intermedios a ambos.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos con respecto al carácter longitud promedio del huevo. Las aves Caseros I pusieron los huevos más angostos y las dos ponedoras autosexantes los más anchos. Caseros II puso huevos con un ancho intermedio a los de Caseros I y Rubia INTA, sin diferenciarse en forma significativa de Negra INTA. En consecuencia, los híbridos recíprocos Caseros I y II pusieron huevos de forma satisfactoria mientras que los de las dos ponedoras autosexantes clasificaron como alargados.

Distribución de los huevos por categoría de forma y peso

(a) Forma

La clasificación de los huevos en tres categorías de acuerdo al valor del índice de forma no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 23,0$; $P = 0,0008$). Caseros I mostró la mayor proporción de huevos alargados y Caseros II la menor proporción de huevos redondeados (Figura 73).

Tabla N° 31 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma				
Categoría de forma	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Alargada	20	8	3	7
Satisfactoria	41	38	42	33
Redondeada	39	54	55	60

(b) Peso

Tabla N° 32 - Proporción de huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish y por los grupos testigo a las 43 semanas de edad, discriminados por su peso				
Categoría de peso	Grupo genético			
	Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
Extra livianos	2	1	0	0
Muy livianos	7	3	0	1
Livianos	29	14	3	12
Medianos	46	57	52	56
Pesados	13	15	35	27
Extra pesados	3	10	10	4

La clasificación de los huevos por su peso no mostró una distribución homogénea en los grupos analizados ($X^2 = 60,3$; $P < 0,0001$). La proporción de huevos extra livianos fue nula para ambos grupos de referencia y muy baja para los cruzamientos experimentales. Los huevos categorizaron principalmente como medianos para Caseros I y II, con tendencia a ser más pesados en las ponedoras autosexantes (Figura 74).

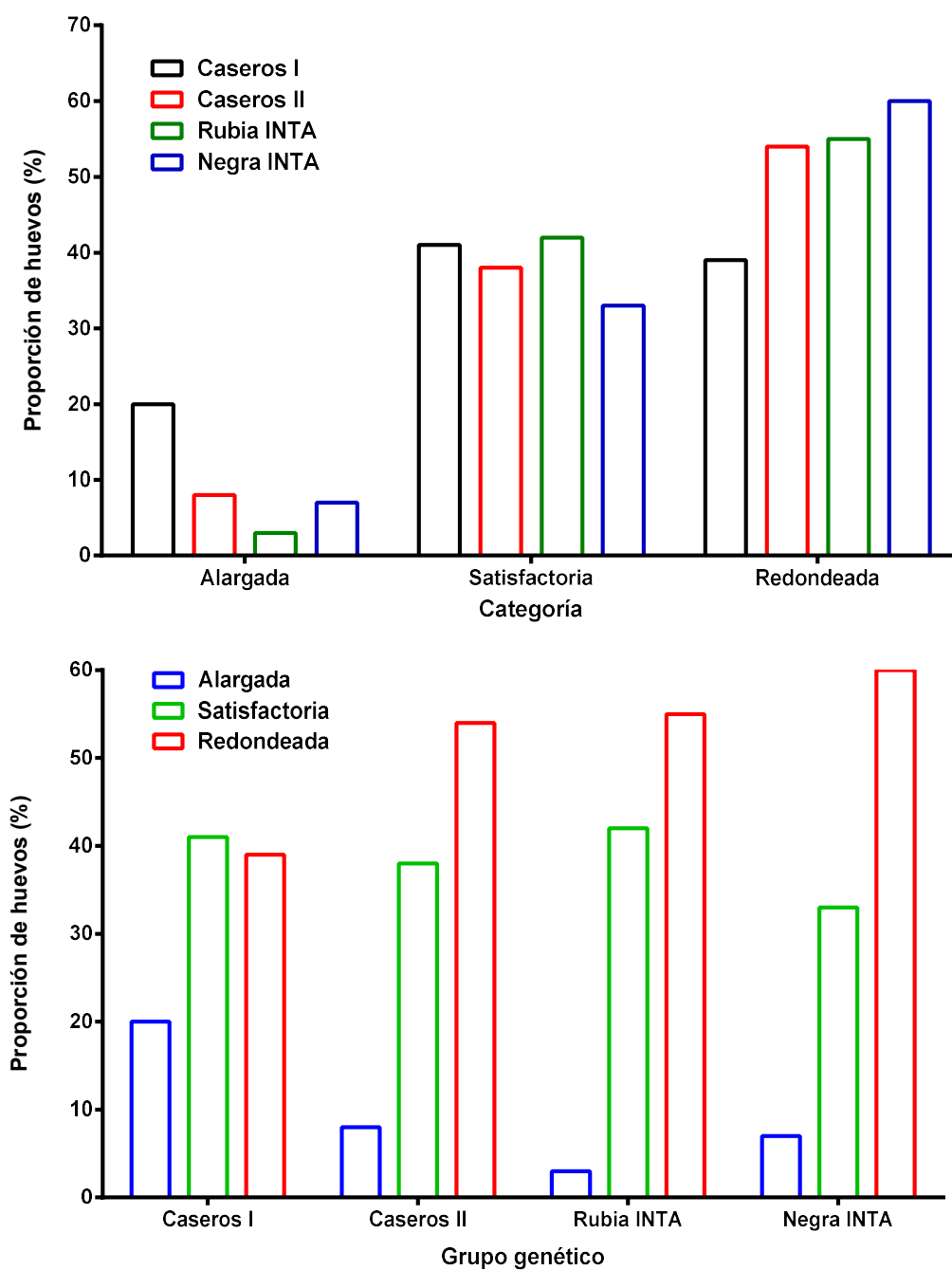


Figura N° 73 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos híbridos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 43 semanas de edad, discriminados por su forma

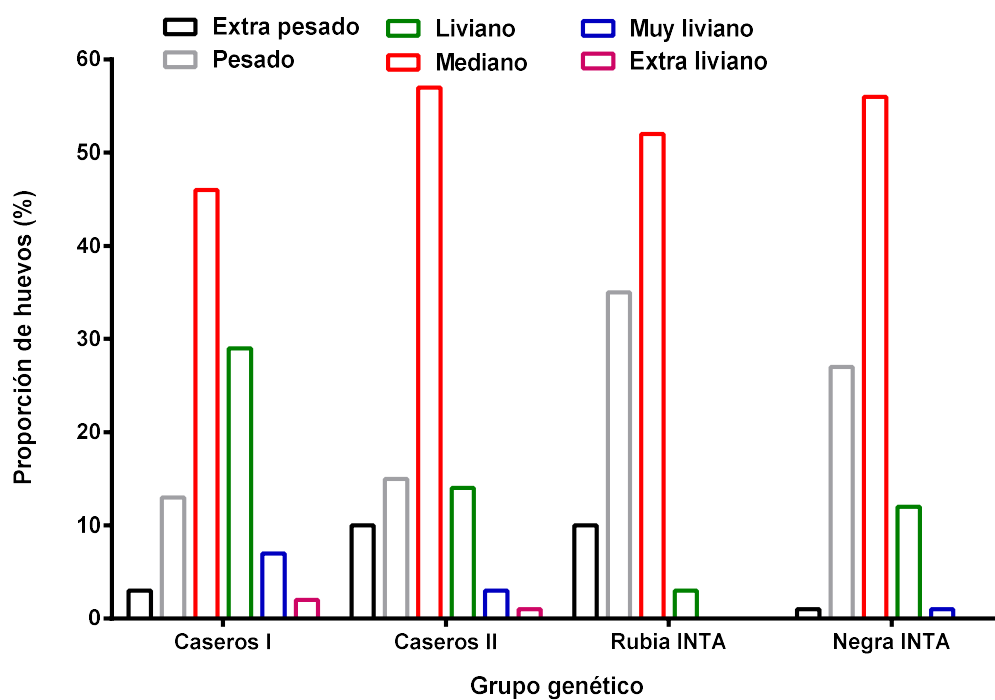
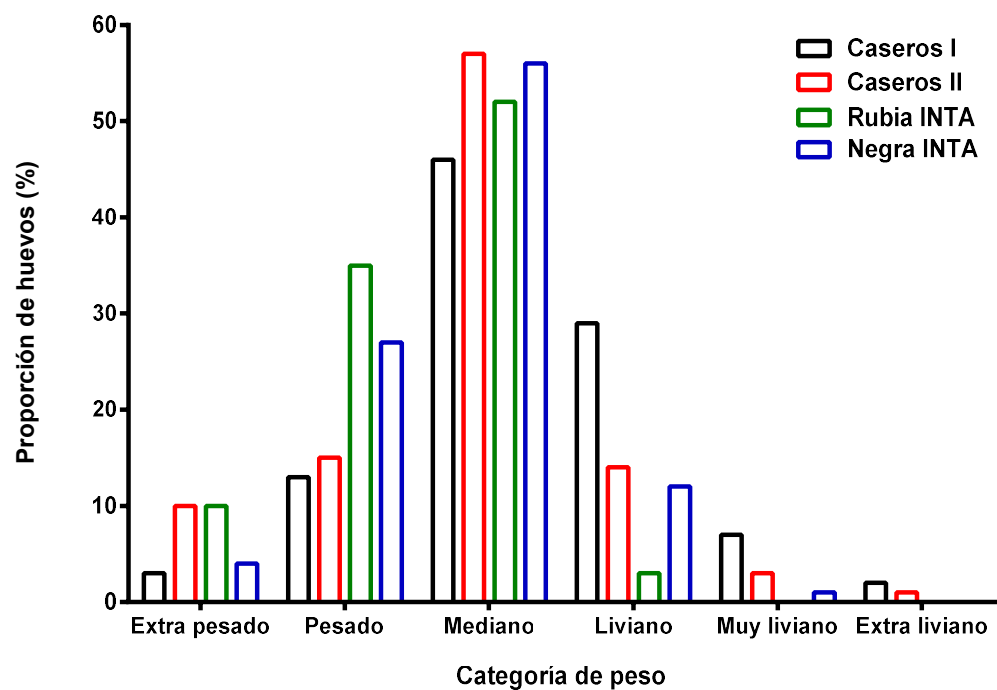


Figura N° 74 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia a las 30 semanas de edad, discriminados por su peso. 7.1.3.3. Análisis factorial

El efecto del grupo genético fue estadísticamente significativo para las cuatro variables (Peso del huevo: $F = 49,7$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 19,5$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 49,6$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 3,60$; $P = 0,013$), al igual que el efecto de la edad (Peso del huevo: $F = 238$; $P < 0,0001$; Longitud del huevo: $F = 233$; $P < 0,0001$; Ancho del huevo: $F = 175$; $P < 0,0001$; Forma del huevo: $F = 7,19$; $P = 0,008$). El efecto de la interacción simple grupo genético x edad fue estadísticamente significativo para todos los caracteres (Peso del huevo: $F = 4,11$; $P = 0,007$; Longitud del huevo: $F = 7,81$; $P < 0,001$; Ancho del huevo: $F = 2,86$; $P = 0,036$; Forma del huevo: $F = 3,60$; $P = 0,13$) como se observa en la Figura 75.

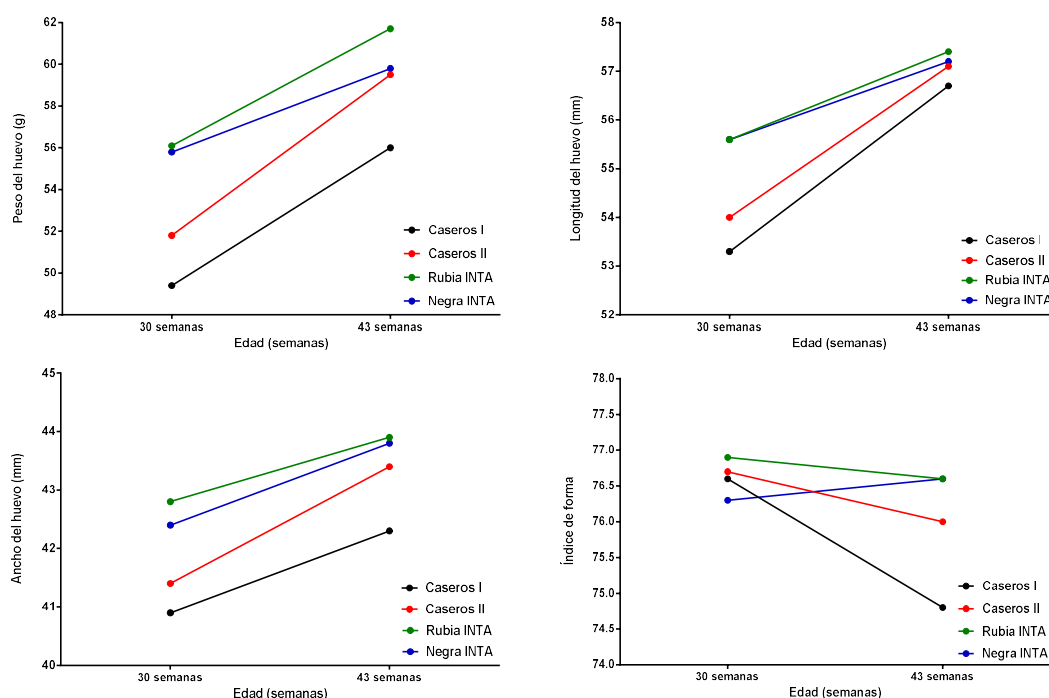


Figura N° 75 - Interacciones grupo genético por edad para los caracteres de tamaño y forma del huevo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia

7.1.4. Resumen general

Las Figuras 76, 77 y 78 resumen las relaciones entre el peso y la forma del huevo en cada una de las edades estudiadas en los diferentes cruzamientos experimentales y en sus respectivos grupos genéticos de referencia.

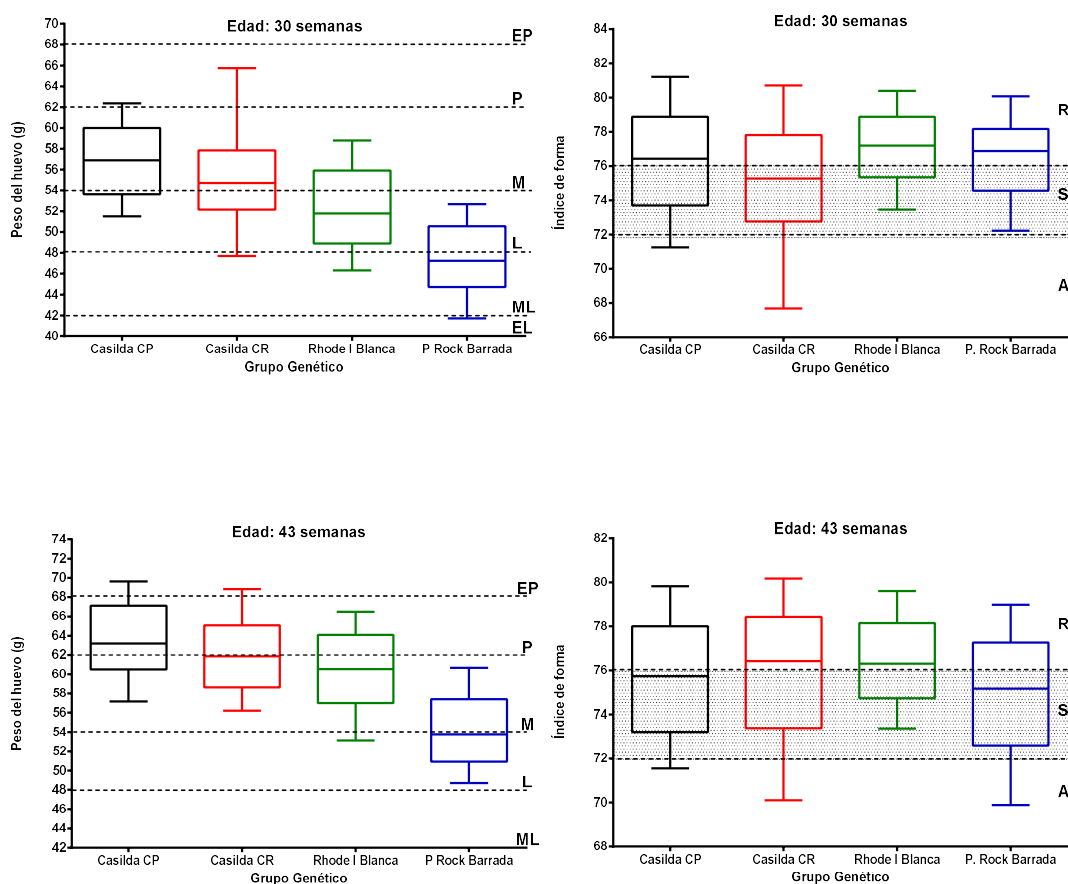


Figura N° 76 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia en dos edades de su primer ciclo de postura

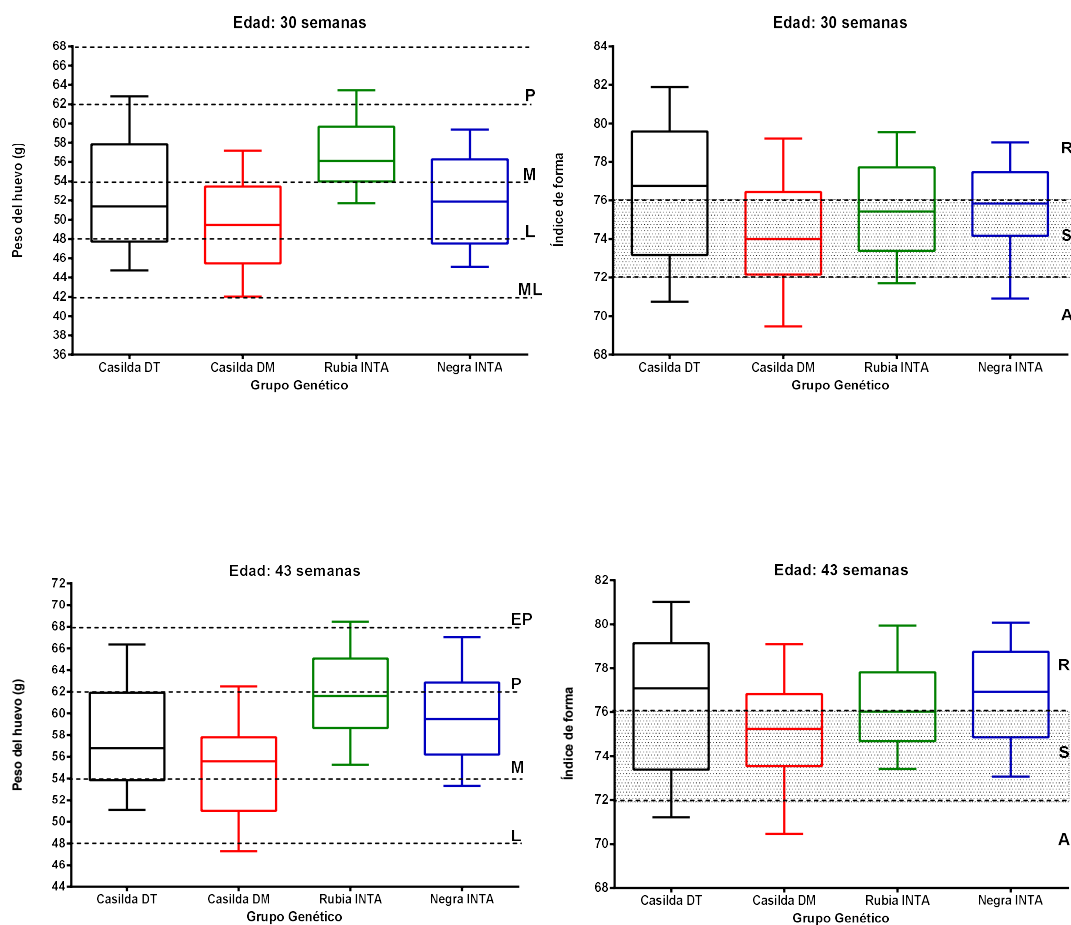


Figura N° 77 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia en dos edades de su primer ciclo de postura

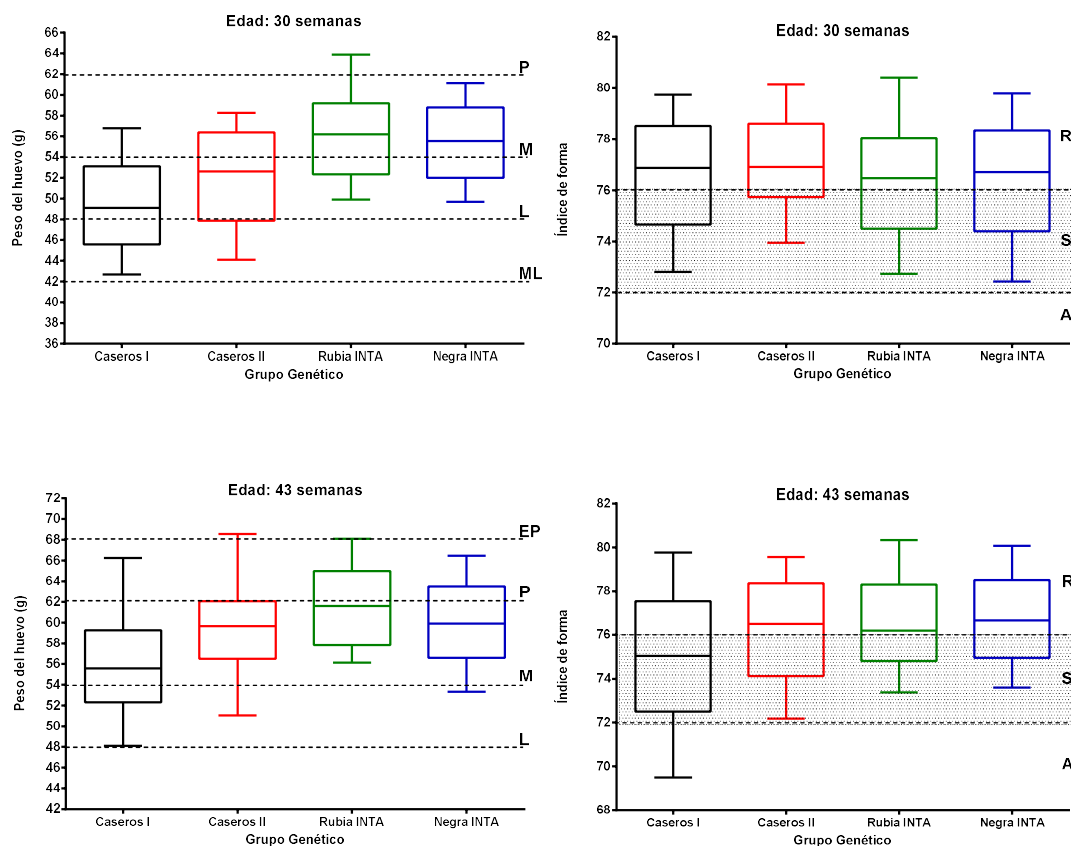


Figura N° 78 - Clasificación por el peso y el índice de forma de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en dos edades de su primer ciclo de postura

7.2. Análisis multivariado

7.2.1. Análisis en componentes principales

7.2.1.1. Edad: 30 semanas

La primera componente principal (PC1) explicó el 52,9% de la variancia total observada y la segunda componente (PC2) el 35,2% totalizando, entre ambas, el 88,1%.

La primera componente presentó una asociación positiva y significativa con el peso del huevo ($r = 0,92$; $P < 0,0001$), con su longitud ($r = 0,71$; $P < 0,0001$) y con su ancho ($r = 0,87$; $P < 0,0001$) y una muy baja asociación ($r = 0,09$) con el índice de forma, si bien la misma alcanzó el significado estadístico ($P = 0,035$). Dada la ausencia de asociación con la forma pero si con el peso, y el hecho que la longitud y el ancho presentan asociaciones del mismo signo, indicativas que ambas dimensiones aumentan y/o disminuyen concomitantemente, PC1 puede ser considerada una componente de TAMAÑO. A mayor valor de esta componente los huevos son armónicamente más grandes: de mayor peso, mayor longitud y mayor ancho. La segunda componente, por su parte, no mostró asociación con el peso del huevo ($r = -0,017$; $P = 0,676$), pero si con su longitud ($r = -0,71$; $P < 0,0001$) y con su ancho ($r = 0,40$; $P < 0,0001$) y una muy alta asociación positiva y significativa ($r = 0,96$; $P < 0,0001$) con el índice de forma. Dada la ausencia de asociación con el peso pero si con la forma, y el hecho que la longitud y el ancho presentan asociaciones de diferente signo indicativas que cuando una de dichas dimensiones aumenta la otra disminuye, PC2 puede ser considerada una componente de FORMA. A mayor valor de esta componente huevos más redondeados, de menor longitud y más anchos.

La Tabla 33 resume la información correspondiente a las dos primeras componentes principales en los seis grupos genéticos evaluados a las 30 semanas de edad.

Tabla N° 33 - Valores de las dos primeras componentes principales correspondientes a caracteres de tamaño y forma de los huevos puestos por gallinas de 30 semanas de edad pertenecientes a seis cruzamientos experimentales						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	1,0130a ± 0,1098	0,61801ab ± 0,1552	0,1233be ± 0,1438	- 0,5437cd ± 0,1597	- 0,8563d ± 0,1024	- 0,3545de ± 0,0970
PC2	0,1265ac ± 0,1378	- 0,3331ab ± 0,1547	0,1218ac ± 0,1170	- 0,4882b ± 0,1193	0,2543c ± 0,0747	0,3186c ± 0,0585
Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05						

El efecto del grupo genético fue estadísticamente significativo tanto sobre el valor promedio de PC1 ($F = 30,3$; $P < 0,0001$) como sobre el valor promedio de PC2 ($F = 10,6$; $P < 0,0001$). En el primer caso Casilda CP, Casilda CR y Casilda DT presentaron valores positivos indicando huevos comparativamente más grandes que los puestos en esta edad por Casilda DM, Caseros I y Caseros II que presentaron valores negativos de PC1. Con respecto a la segunda componente principal Casilda CR y Casilda DM presentaron valores promedio de signo negativo (huevos más alargados) y los cuatro grupos restantes (el híbrido simple Casilda CP, el híbrido de tres vías Casilda DT y los dos cruzamientos recíprocos Caseros I y II) presentaron valores promedio positivos (huevos más redondeados).

La representación gráfica de ambas componentes en un plano cartesiano ortogonal (Figura 79) permitió definir cuatro cuadrantes, numerados en forma correlativa en sentido inverso a las agujas del reloj:

- Cuadrante I (superior – derecho), con valores positivos de ambas componentes, es decir huevos de mayor tamaño y redondeados
- Cuadrante II (superior – izquierdo), con valores negativos de PC1 (huevos de menor tamaño) y positivos de PC2 (huevos redondeados)
- Cuadrante III (inferior – izquierdo), con valores negativos de ambas componentes, es decir huevos de menor tamaño y alargados
- Cuadrante IV (inferior – derecho), con valores positivos de PC1 (huevos de mayor tamaño) y negativos de PC2 (huevos alargados)

En las cercanías a la intersección de los ejes se ubicarían aquellos huevos de tamaño mediano y forma satisfactoria. Esta es la zona del plano en la que se observa la mayor concentración de puntos.

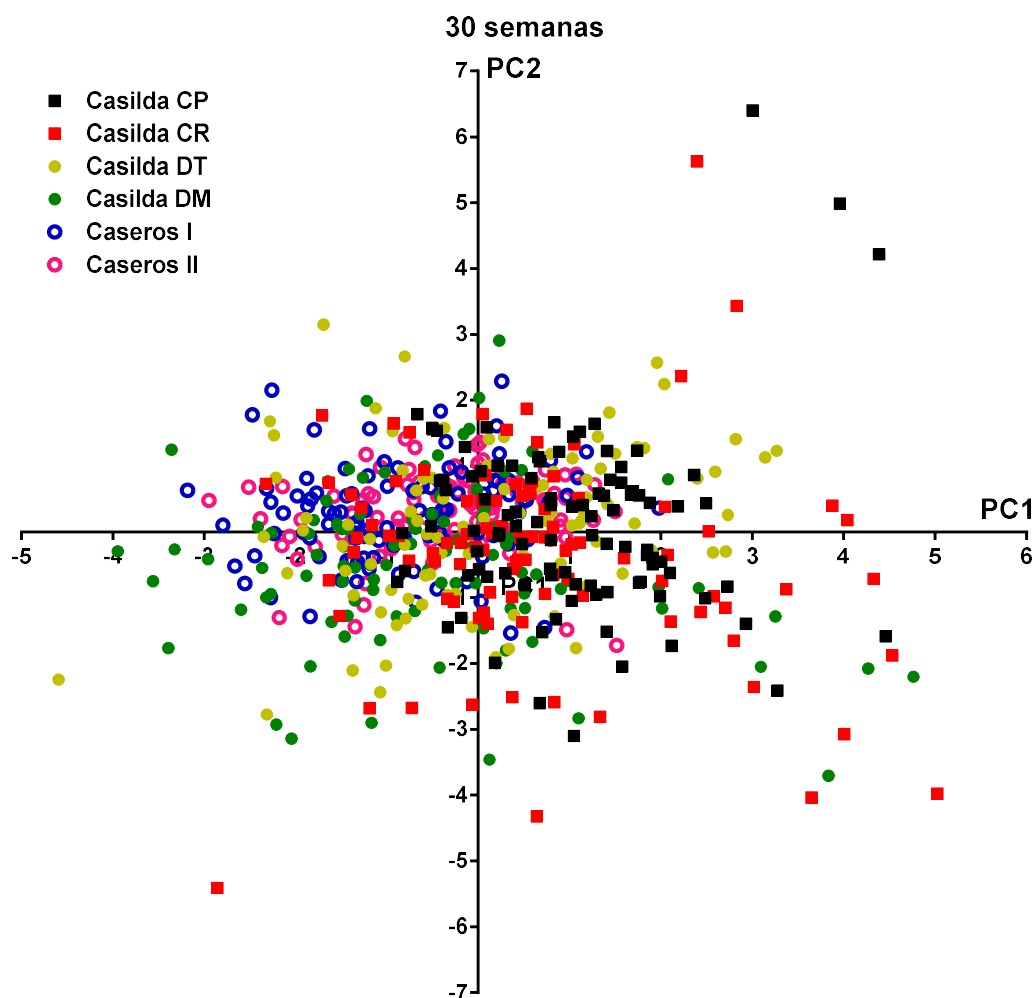


Figura N° 79 - Distribución de las aves de los seis cruzamientos experimentales en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres de forma y tamaño de los huevos puestos a las 30 semanas de edad

La Tabla N° 34 resume la distribución de los huevos de cada grupo genético en los cuatro cuadrantes.

Tabla N° 34 - Distribución de los huevos puestos a las 30 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, en los cuatro cuadrantes definidos por el análisis de componentes principales aplicado a caracteres de tamaño y forma de los mismos

	Cuadrante I PC1 > 0 PC2 > 0	Cuadrante II PC1 < 0 PC2 > 0	Cuadrante III PC1 < 0 PC2 < 0	Cuadrante IV PC1 > 0 PC2 < 0
Casilda CP	40	12	7	41
Casilda CR	27	11	20	42
Casilda DT	37	20	29	14
Casilda DM	10	24	42	24
Caseros I	17	44	32	7
Caseros II	30	48	15	7
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético				

La distribución de los huevos de los diferentes grupos genéticos en los cuatro cuadrantes (Figura 80) no fue homogénea ($X^2 = 163$; $P < 0,0001$). Los huevos puestos por los híbridos simples predominaron en el Cuadrante IV (Casilda CP: 41 % y Casilda CR: 42 %), los de los híbridos de tres vías se ubicaron en cuadrantes diagonalmente opuestos (Casilda DT: 37 % en Cuadrante I y Casilda DM: 42% en Cuadrante III) y los de las poblaciones derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples en el Cuadrante II (Caseros I: 44 % y Caseros II: 48 %).

7.2.1.2. Edad: 43 semanas

La primera componente principal (PC1) explicó el 58,4% de la variancia total observada y la segunda componente (PC2) explicó el 38,5% totalizando, entre ambas, el 96,9%.

La primera componente presentó una asociación negativa y significativa con el peso del huevo ($r = -0,98$; $P < 0,0001$), con su longitud ($r = -0,80$; $P < 0,0001$) y también con su ancho ($r = -0,85$; $p < 0,0001$) y una muy baja asociación ($r = 0,09$) con el índice de forma, si bien la misma alcanzó el significado estadístico ($P = 0,022$). Dada la ausencia de asociación con la forma pero si con el peso y el hecho que la longitud y el ancho presentan asociaciones del mismo signo, indicativas que ambas dimensiones aumentan y/o disminuyen concomitantemente, PC1 puede ser considerada una componente de TAMAÑO. A mayor valor de esta componente huevos armónicamente más pequeños: de menor peso, menor longitud y menor ancho.

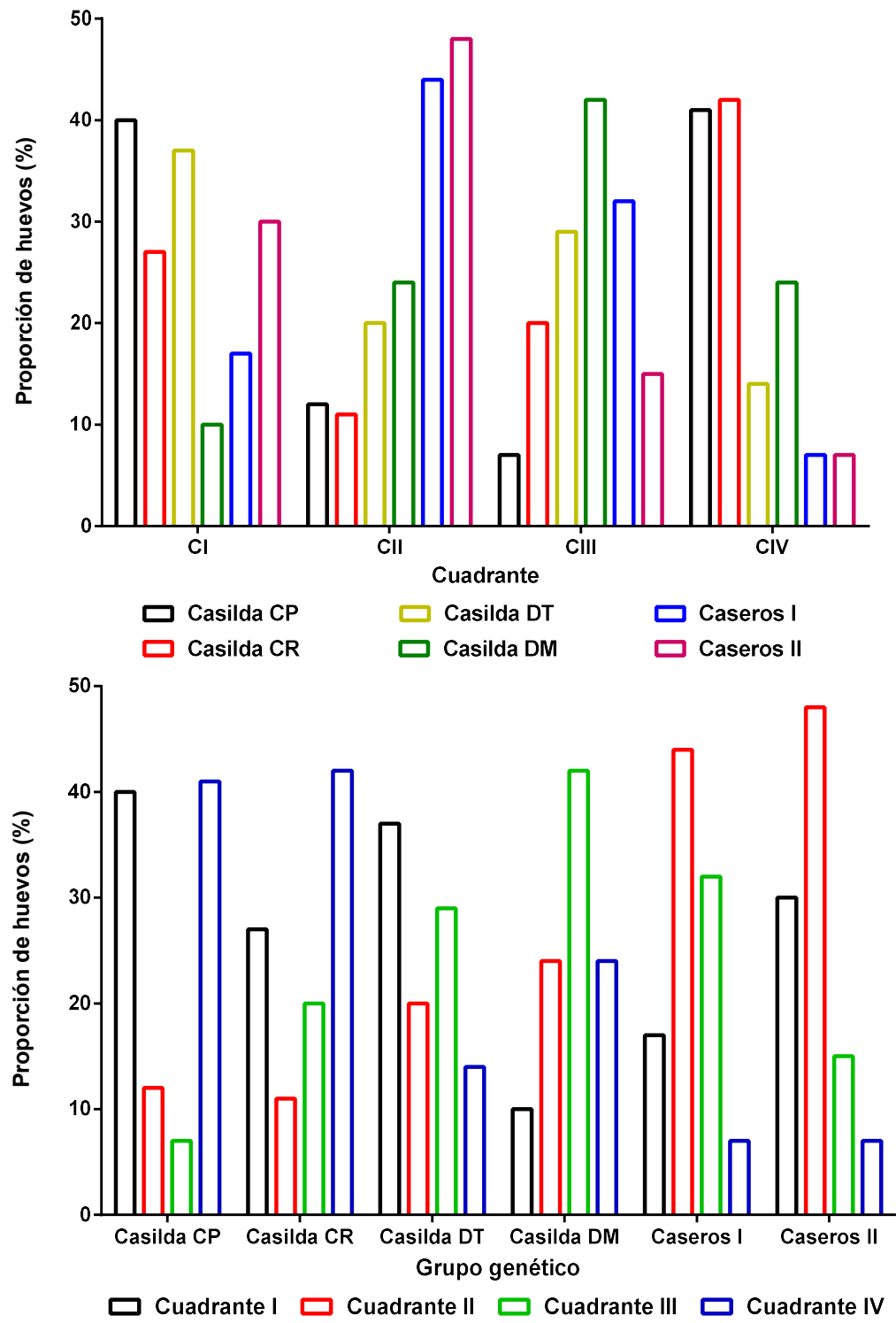


Figura N° 80 - Distribución de los huevos puestos por gallinas camperas de seis cruzamientos experimentales de 30 semanas de edad en los cuadrantes definidos por las dos primeras componentes principales

La segunda componente mostró una muy baja asociación con el peso del huevo si bien la misma alcanzó significado estadístico ($r = 0,10$; $P = 0,011$), asociación negativa y significativa con su longitud ($r = -0,55$; $P < 0,0001$) y positiva con su ancho ($r = 0,50$; $P < 0,0001$) y una muy alta asociación positiva y significativa ($r = 0,98$; $P < 0,0001$) con el índice de forma. Dada la ausencia de asociación con peso pero si con la forma y el hecho que la longitud y el ancho presentan asociaciones de diferente signo indicativas, al igual que lo observado en la semana 30, que cuando una de dichas dimensiones aumenta la otra disminuye, PC2 puede ser considerada una componente de FORMA. A mayor valor de esta componente huevos más redondeados: de menor longitud y más anchos.

La Tabla 35 resume la información correspondiente a las dos primeras componentes principales en los seis grupos genéticos evaluados a las 43 semanas de edad.

Tabla N° 35 - Valores de las dos primeras componentes principales correspondientes a caracteres de tamaño y forma de los huevos puestos por gallinas de 43 semanas de edad pertenecientes a seis cruzamientos experimentales						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	- 0,9111a ± 0,1053	- 0,75801a ± 0,1676	0,1954bc ± 0,1342	0,9697b ± 0,1318	0,6242b ± 0,1304	- 0,1045c ± 0,1479
PC2	0,1323ab ± 0,1128	0,0654ab ± 0,1424	0,2770a ± 0,1314	- 0,2975b ± 0,1122	- 0,3137b ± 0,1236	0,1699ab ± 0,1093
Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05						

Se observó un efecto estadísticamente significativo del grupo genético sobre el valor promedio de ambas componentes (PC1: $F = 29,4$; $P < 0,0001$ y PC2: $F = 4,19$; $P = 0,001$). En el primer caso Casilda CP, Casilda CR y Caseros II presentaron valores negativos indicando huevos comparativamente más grandes que los puestos en esta edad por Casilda DT, Casilda DM y Caseros I que presentaron valores positivos de PC1. Con respecto a la segunda componente principal Casilda CP, Casilda CR, Casilda DT y Caseros II presentaron valores promedio de signo positivo (huevos más redondeados) y los dos grupos restantes (Casilda DM y Caseros I) presentaron valores promedio negativos (huevos más alargados).

La representación gráfica de ambas componentes en el plano cartesiano ortogonal permitió definir cuatro cuadrantes (Figura 81) numerados en forma correlativa en sentido inverso a las agujas del reloj:

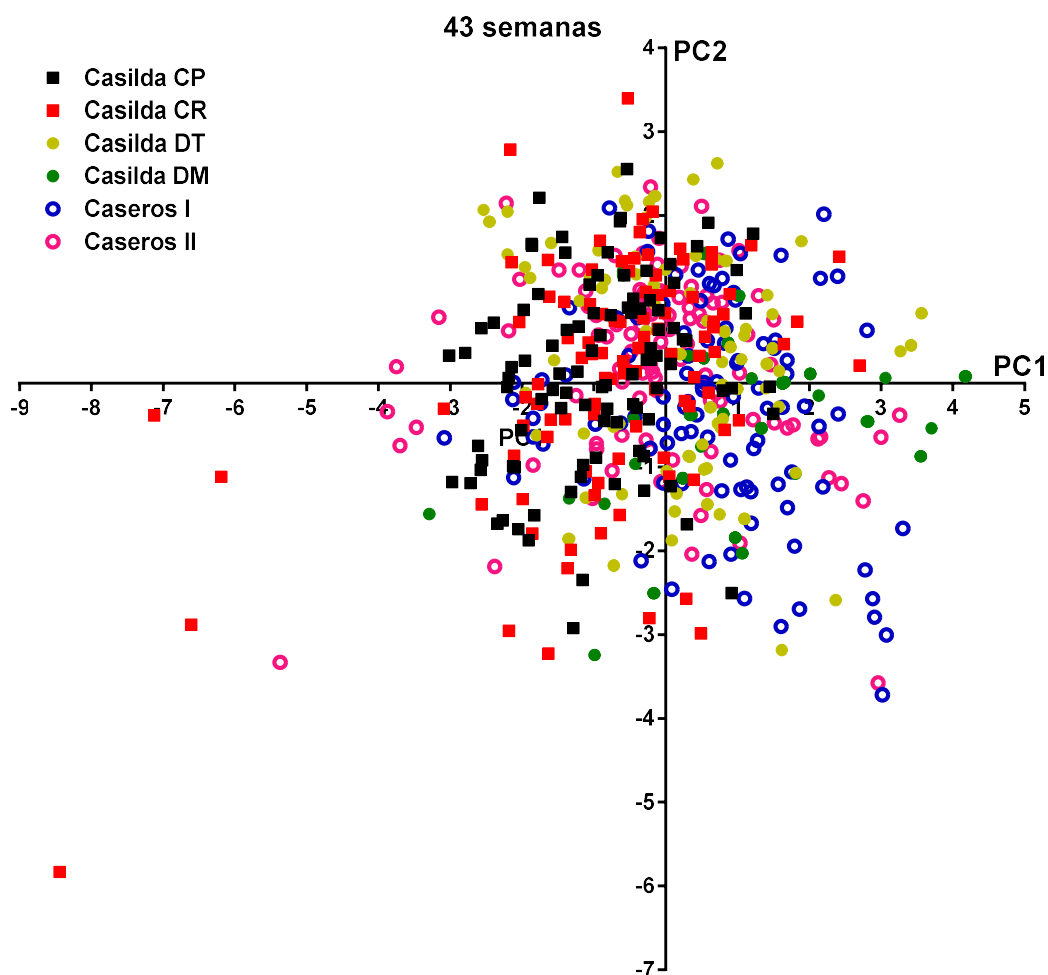


Figura N° 81 - Distribución de las aves de los seis cruzamientos experimentales en el plano definido por las dos primeras componentes principales aplicadas a los caracteres de forma y tamaño de los huevos puestos a las 43 semanas de edad

- Cuadrante I (superior – derecho), con valores positivos de ambas componentes, es decir huevos de menor tamaño y redondeados
- Cuadrante II (superior – izquierdo), con valores negativos de PC1 (huevos de mayor tamaño) y positivos de PC2 (huevos redondeados).
- Cuadrante III (inferior – izquierdo), con valores negativos de ambas componentes, es decir huevos de mayor tamaño y alargados.
- Cuadrante IV (inferior – derecho), con valores positivos de PC1 (huevos de menor tamaño) y negativos de PC2 (huevos alargados).

En las cercanías a la intersección de los ejes se ubicarían aquellos huevos de tamaño mediano y forma satisfactoria. Esta es la zona del plano en la que se observa la mayor concentración de puntos. La Tabla 36 resume la distribución de los huevos de cada grupo genético en los cuatro cuadrantes.

Tabla N° 36 - Distribución de los huevos puestos a las 43 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, en los cuatro cuadrantes definidos por el análisis de componentes principales aplicado a caracteres de tamaño y forma de los mismos				
	Cuadrante I PC1 > 0 PC2 > 0	Cuadrante II PC1 < 0 PC2 > 0	Cuadrante III PC1 < 0 PC2 < 0	Cuadrante IV PC1 > 0 PC2 < 0
Casilda CP	11	44	38	7
Casilda CR	20	39	32	9
Casilda DT	31	29	13	27
Casilda DM	35	9	11	45
Caseros I	30	11	16	43
Caseros II	23	39	17	21
Tamaño muestral: N = 100 huevos por grupo genético				

La distribución de los huevos de los diferentes grupos genéticos en los cuatro cuadrantes (Figura 82) no fue homogénea ($X^2 = 137$; $P < 0,0001$).

7.2.2. Análisis discriminante

7.2.2.1. Edad: 30 semanas

Tabla N° 37 - Distribución porcentual de los huevos puestos a las 30 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante						
Grupo genético de pertenencia	Grupo Genético asignado					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Casilda CP	44	25	11	5	5	10
Casilda CR	20	29	5	16	13	17
Casilda DT	31	7	5	29	19	9
Casilda DM	8	10	12	39	25	6
Caseros I	5	3	9	24	39	20
Caseros II	7	13	12	16	22	30

El análisis discriminante basado en los valores del peso, longitud y ancho de los huevos mostró un error de clasificación del 69% (414/600).

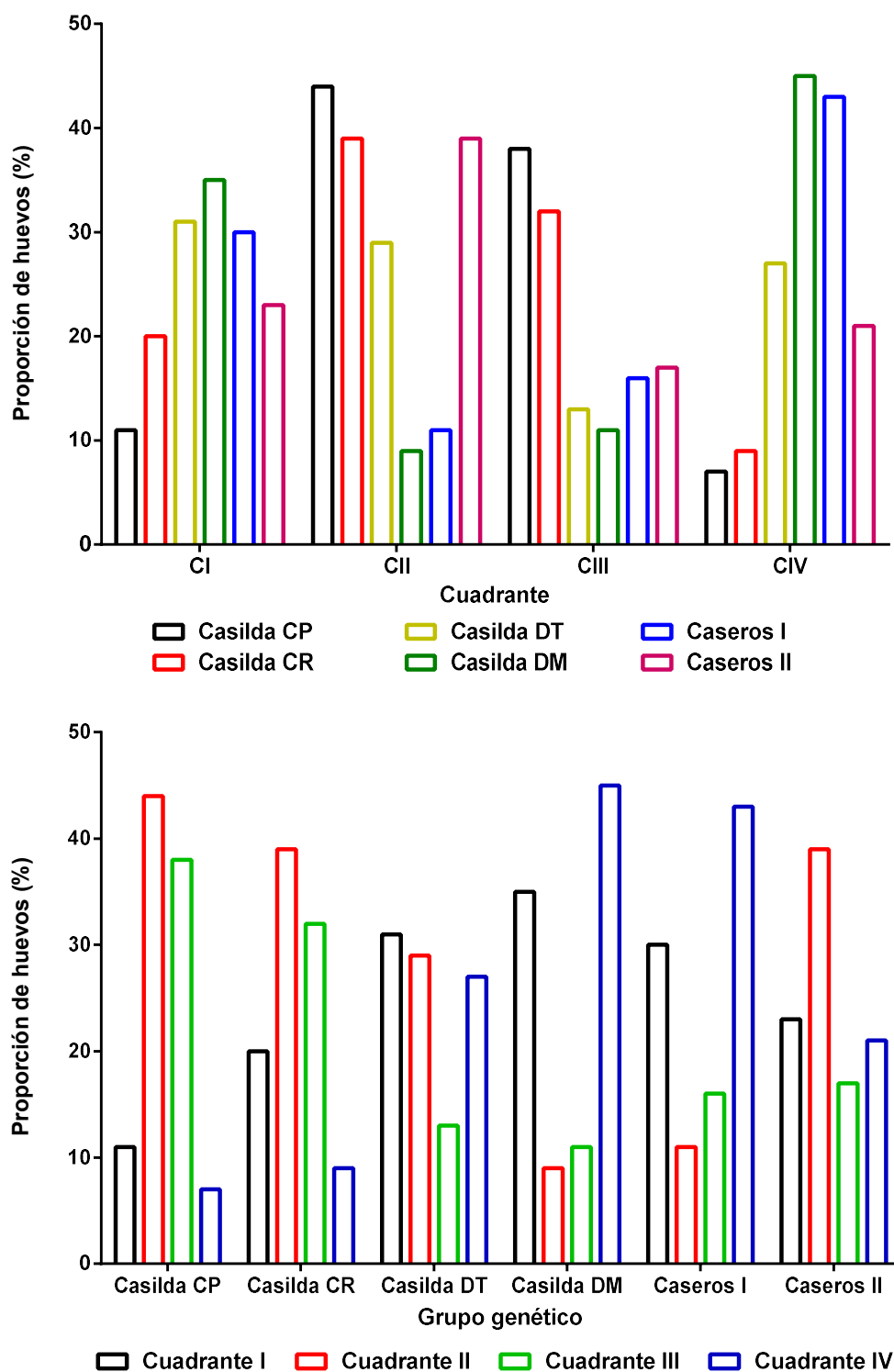


Figura N° 82 - Distribución de los huevos puestos por gallinas camperas de seis cruzamientos experimentales de 43 semanas de edad en los cuadrantes definidos por las dos primeras componentes principales

La Tabla 37 describe la distribución porcentual de los huevos de cada grupo genético. En cinco de los seis grupos, si bien en diferente grado, la mayor asignación correspondió al genotipo de referencia (Casilda CP: 44%; Casilda CR: 29%; Casilda DM: 39%; Caseros I: 39% y Caseros II: 30%). En el caso del híbrido de tres vías Casilda DT se observó un elevado porcentaje de asignación errónea (95%), clasificándose sus huevos como pertenecientes en forma predominante a los grupos Casilda CP (31%) y Casilda DM (29%).

7.2.2.2. Edad: 43 semanas

El análisis discriminante basado en los valores de las mismas variables que en la edad anterior (peso, longitud y ancho de los huevos) mostró, en esta edad un error de clasificación del 68,5% (411/600). La Tabla 38 describe la distribución porcentual de los huevos de cada grupo genético.

En cuatro de los seis grupos, si bien en diferente grado, la mayor asignación correspondió al genotipo de referencia (Casilda CP: 45%; Casilda CR: 27%; Casilda DT: 41% y Casilda DM: 43%). En el caso de las dos poblaciones provenientes de los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples se observó un elevado porcentaje de asignación errónea (82% en Caseros I y 85% en Caseros II), clasificándose los huevos de Caseros I predominantemente como pertenecientes al híbrido de tres vías Casilda DM y los de Caseros II como pertenecientes de manera preponderante a los grupos Casilda CP (24%) y Casilda DT (25%).

Tabla N° 38 - Distribución porcentual de los huevos puestos a las 43 semanas de edad por aves camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, de acuerdo al grupo de pertenencia y al grupo asignado por el análisis discriminante

Grupo genético de pertenencia	Grupo Genético asignado					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Casilda CP	45	24	10	4	4	13
Casilda CR	32	27	3	7	11	20
Casilda DT	22	0	41	18	15	4
Casilda DM	10	8	14	43	20	5
Caseros I	6	15	19	34	18	8
Caseros II	24	11	25	15	10	15

8.- Patrón dinámico de la clasificación de los huevos por su tamaño

8.1. Escala cualitativa

8.1.1. Cruzamientos simples

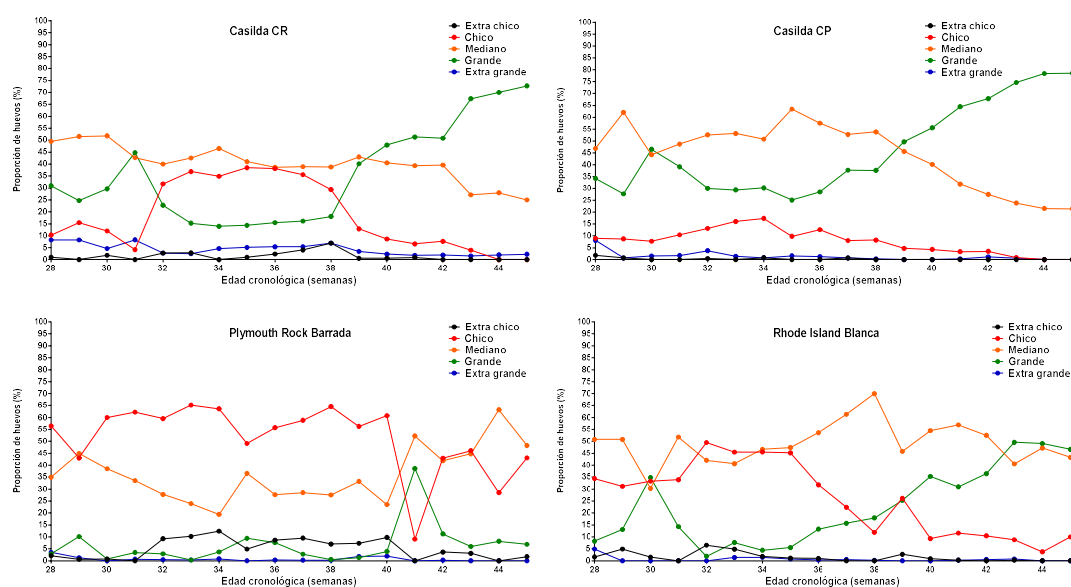


Figura N° 83 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

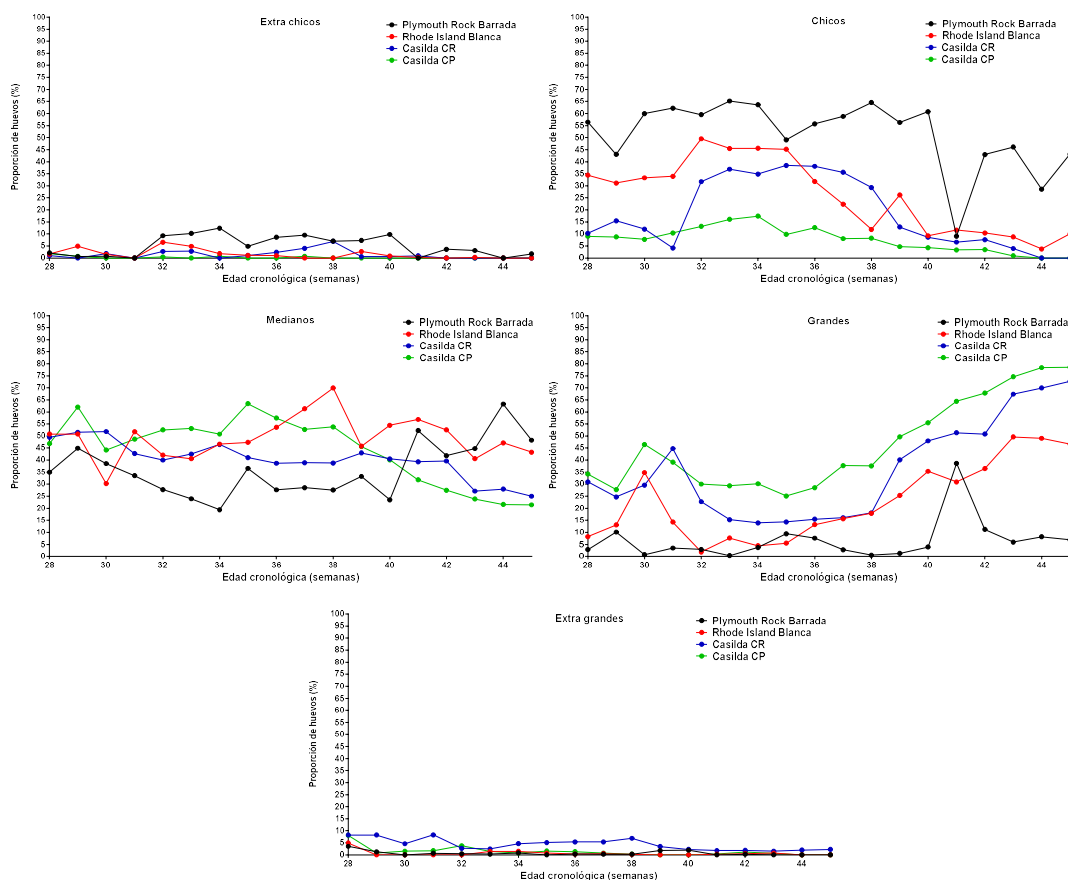


Figura N° 84 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

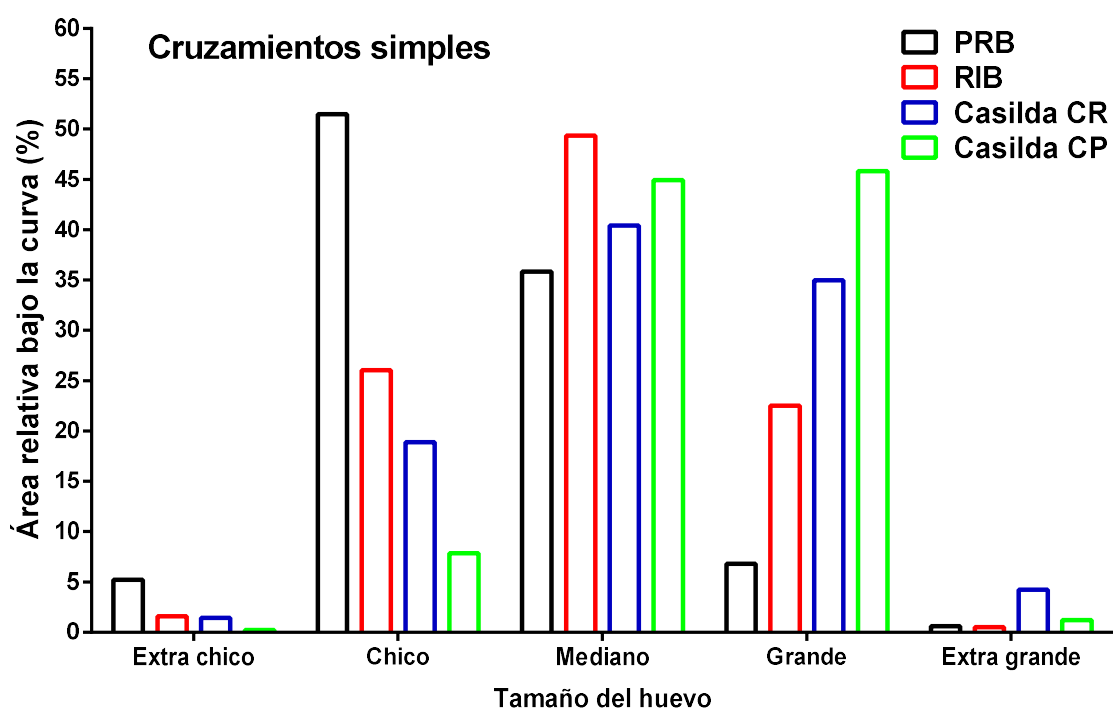


Figura N° 85 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

8.1.2. Cruzamientos de tres vías

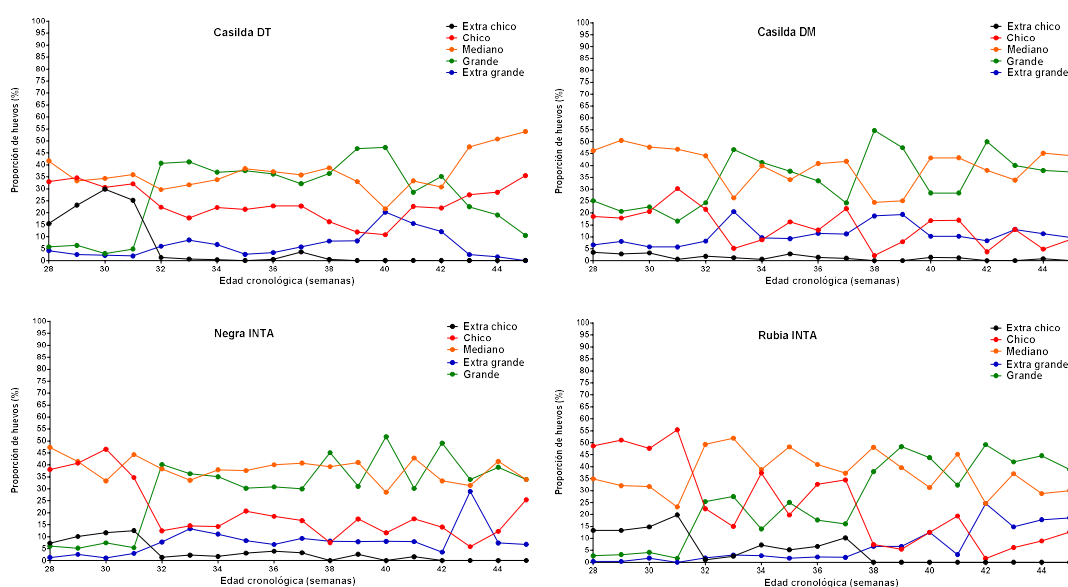


Figura N° 86 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

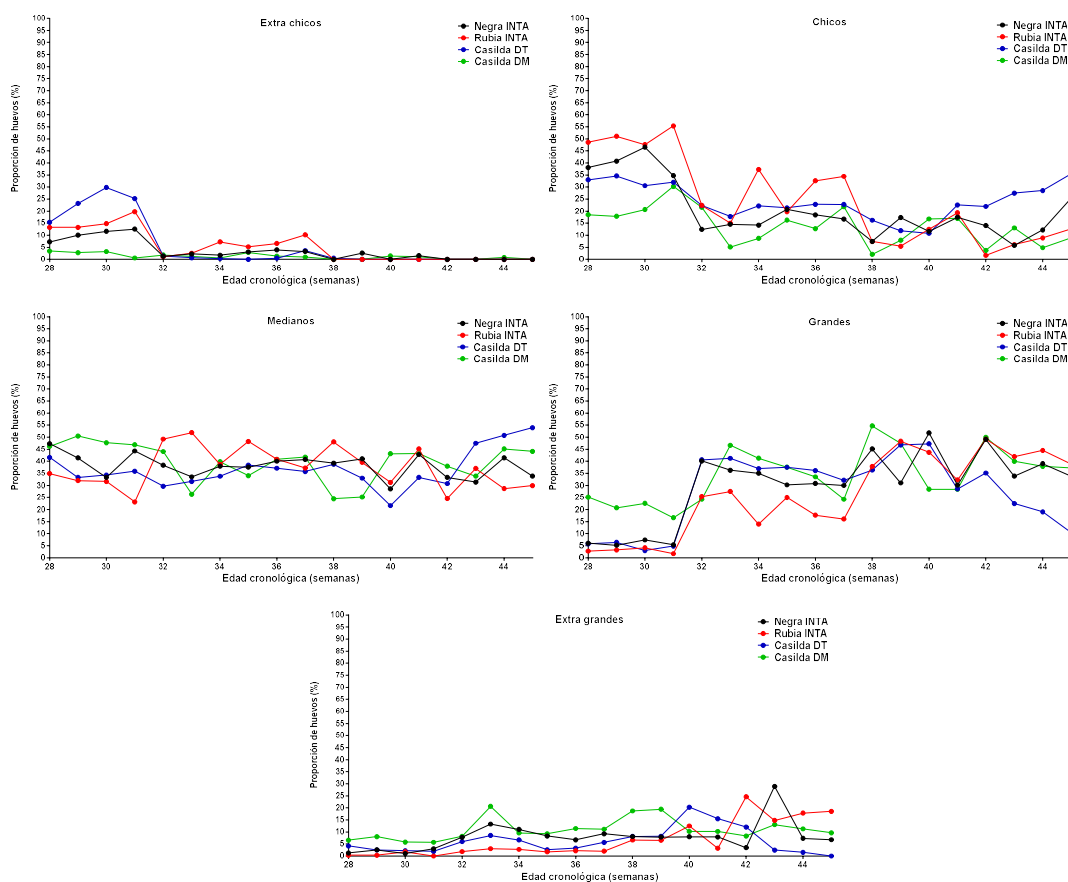


Figura N° 87 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

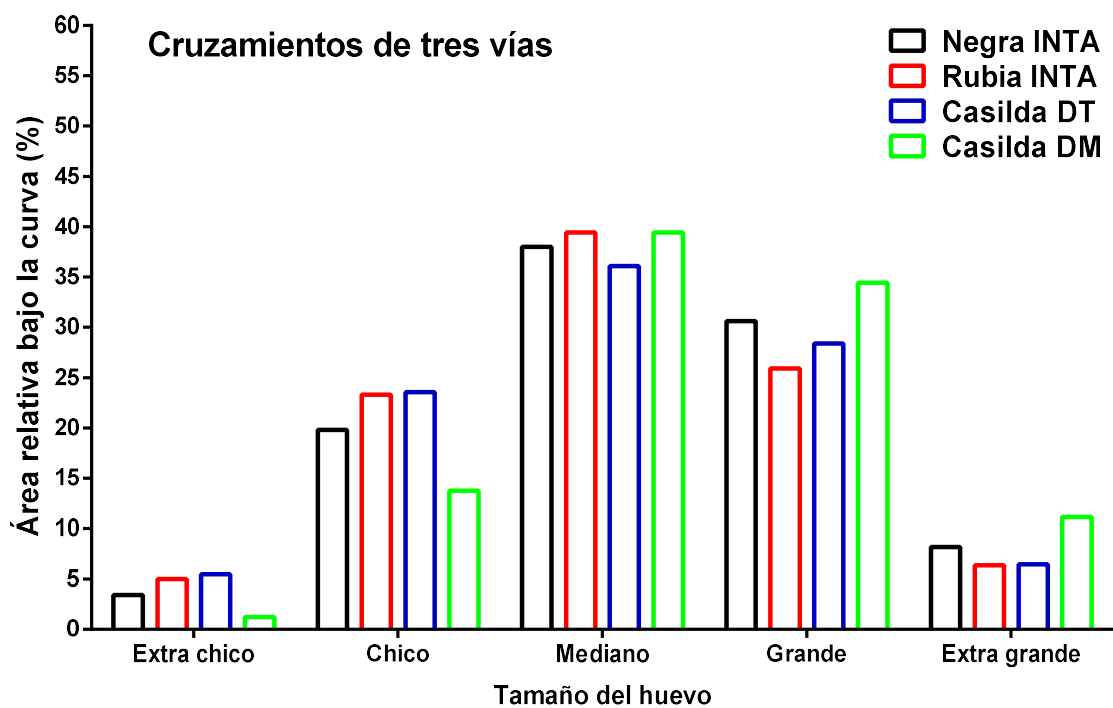


Figura N° 88 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

8.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

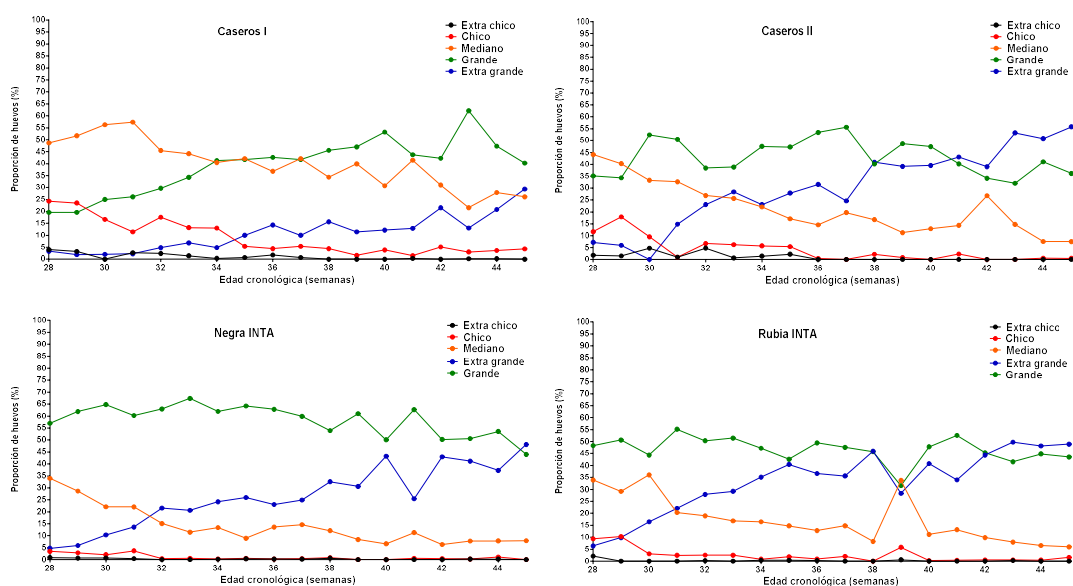


Figura N° 89 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

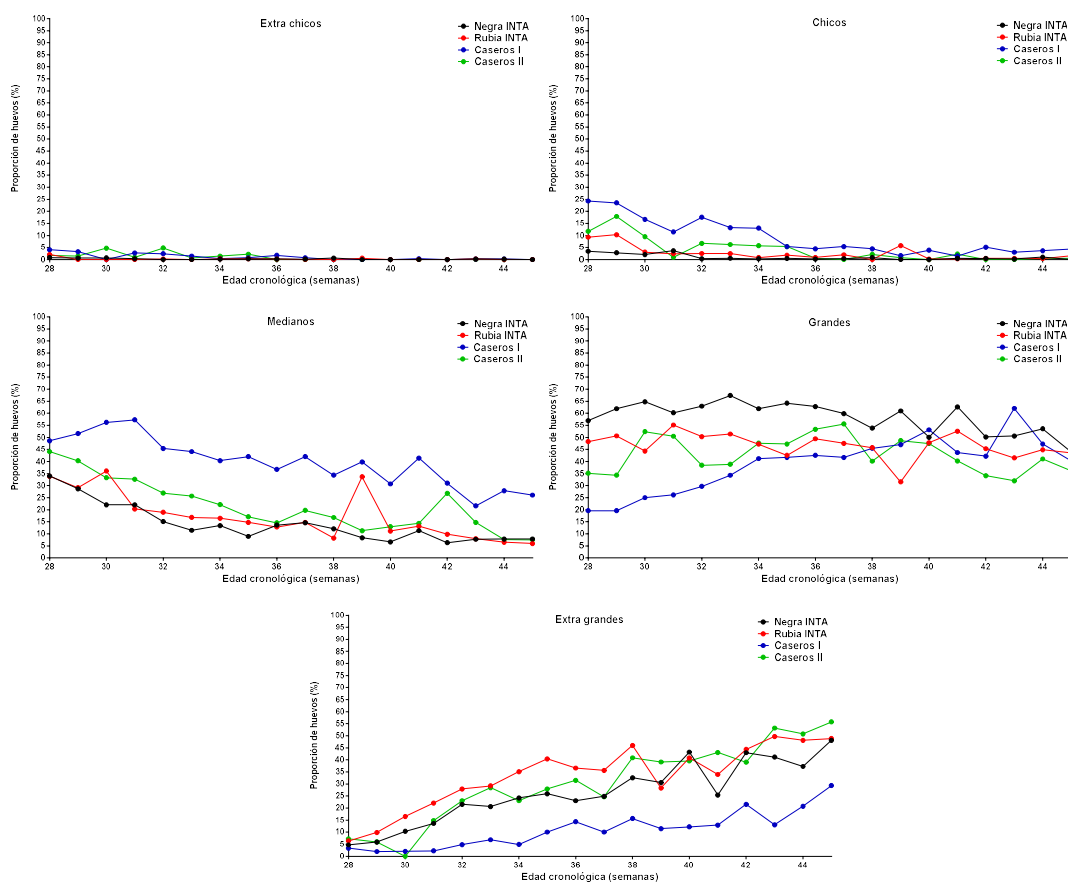


Figura N° 90 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial. Efecto del grupo genético por categoría de tamaño

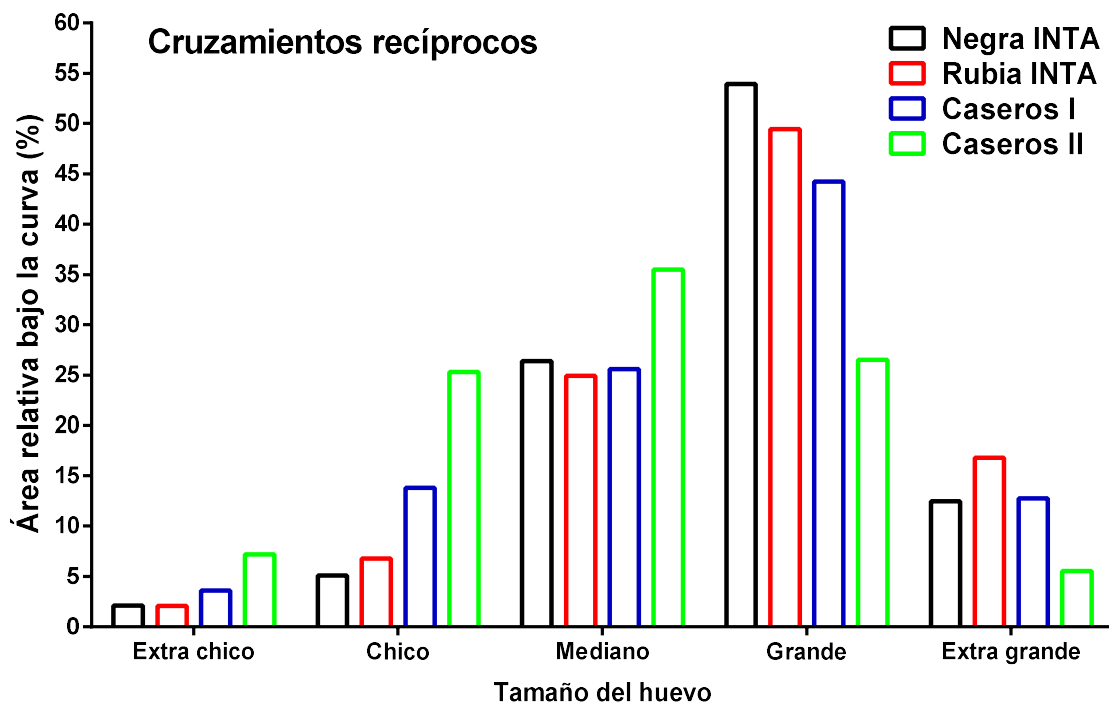


Figura N° 91 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

8.1.4. Resumen global

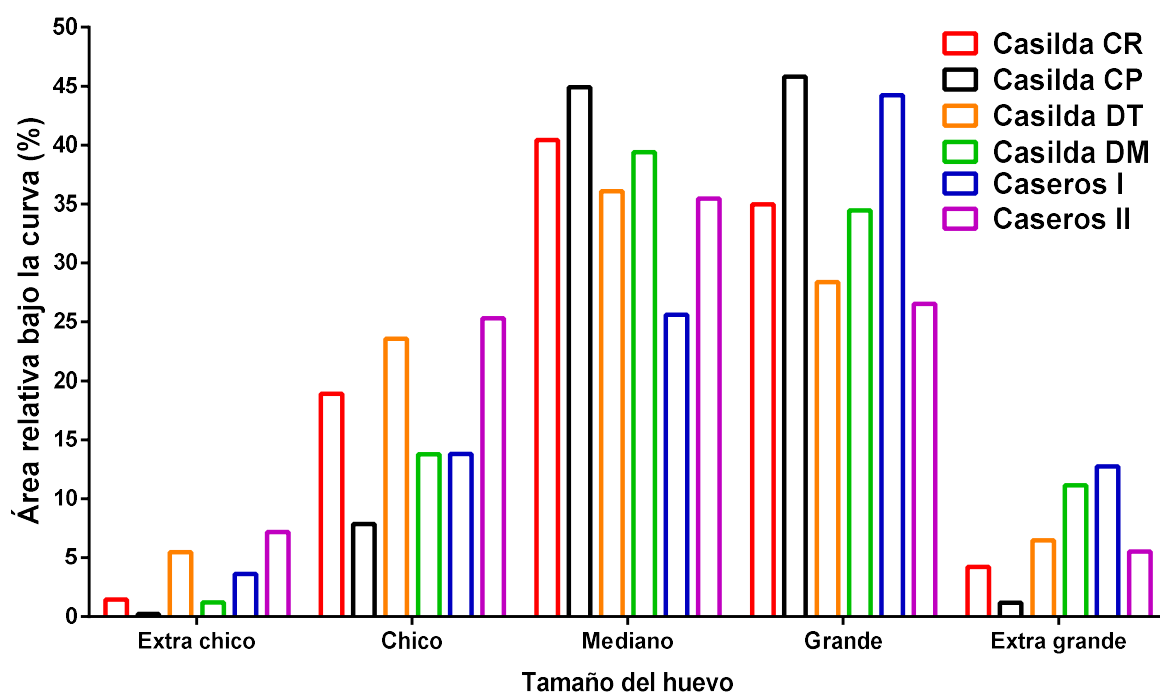


Figura N° 92 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, en función de la edad cronológica, durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

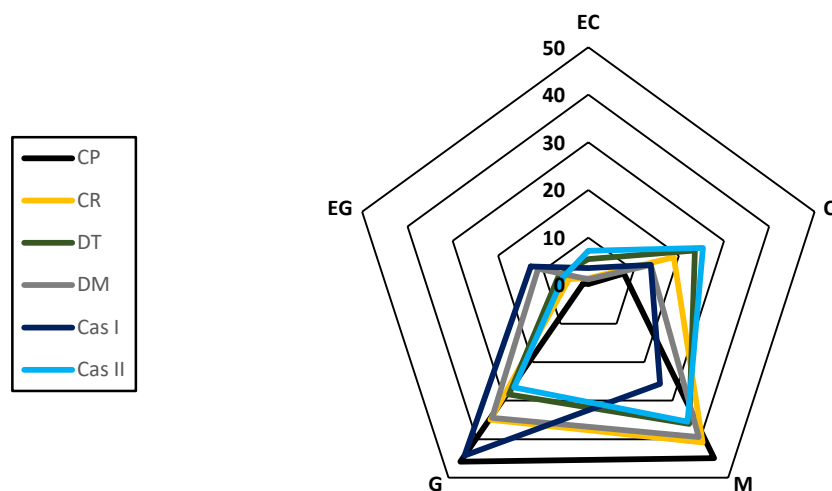


Figura N° 93 - Diagrama comparativo del comportamiento de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en términos del área bajo la curva de la distribución en función de la edad cronológica de los huevos puestos durante su primer ciclo de postura, discriminados por su ubicación en un clasificador comercial

8.2. Escala cuantitativa

8.2.1. Cruzamientos simples

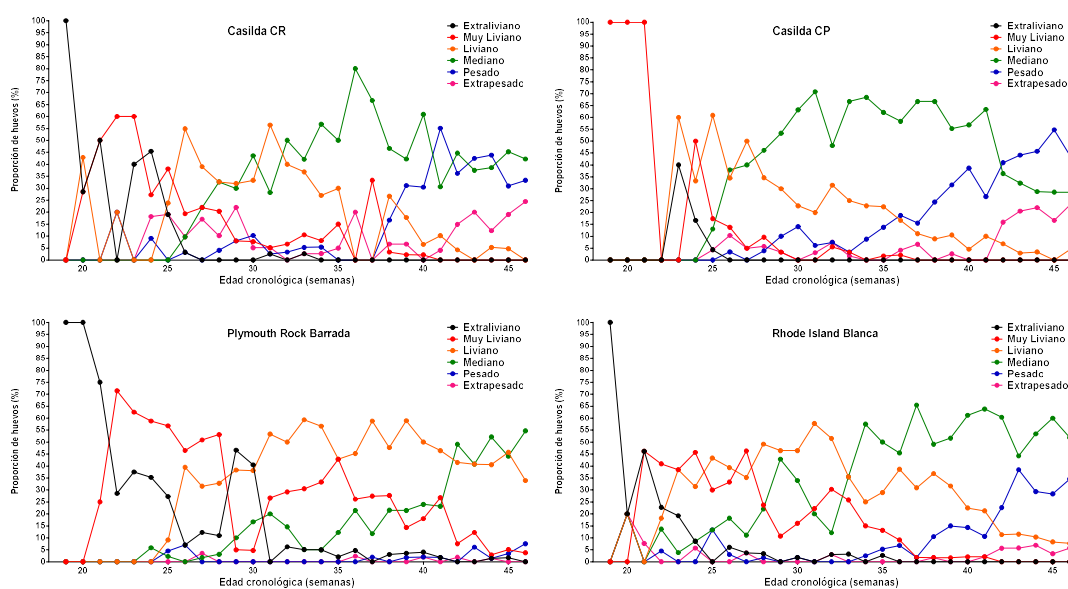


Figura N° 94 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso



Figura N° 95 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

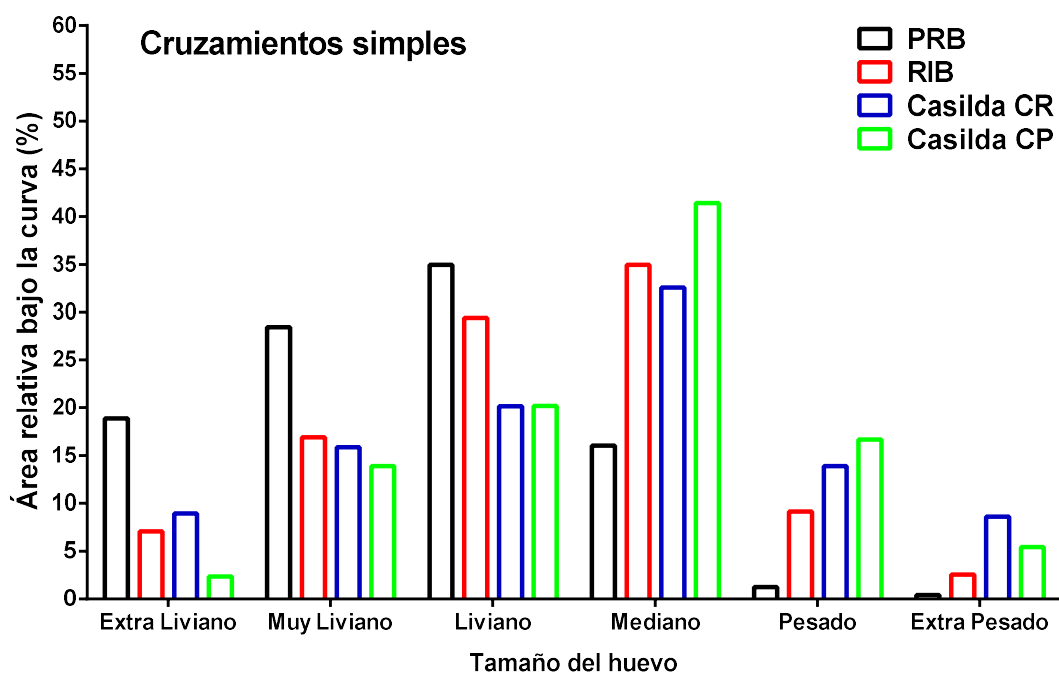


Figura N° 96 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

8.2.2. Cruzamientos de tres vías

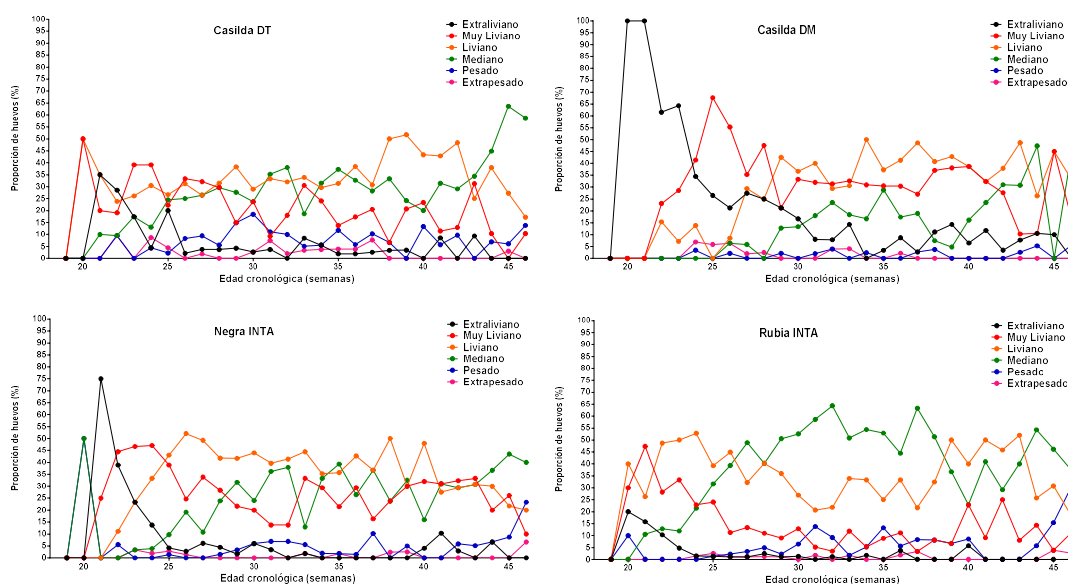


Figura N° 97 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

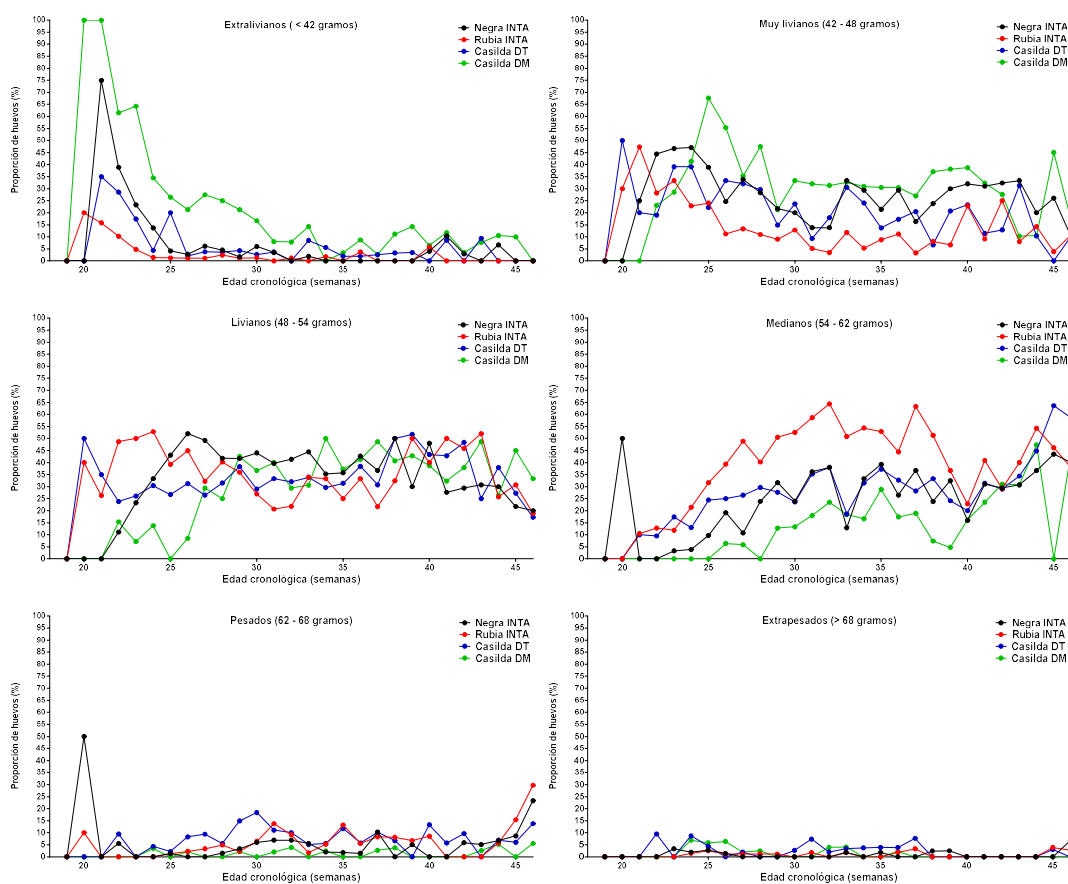


Figura N° 98 - Distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

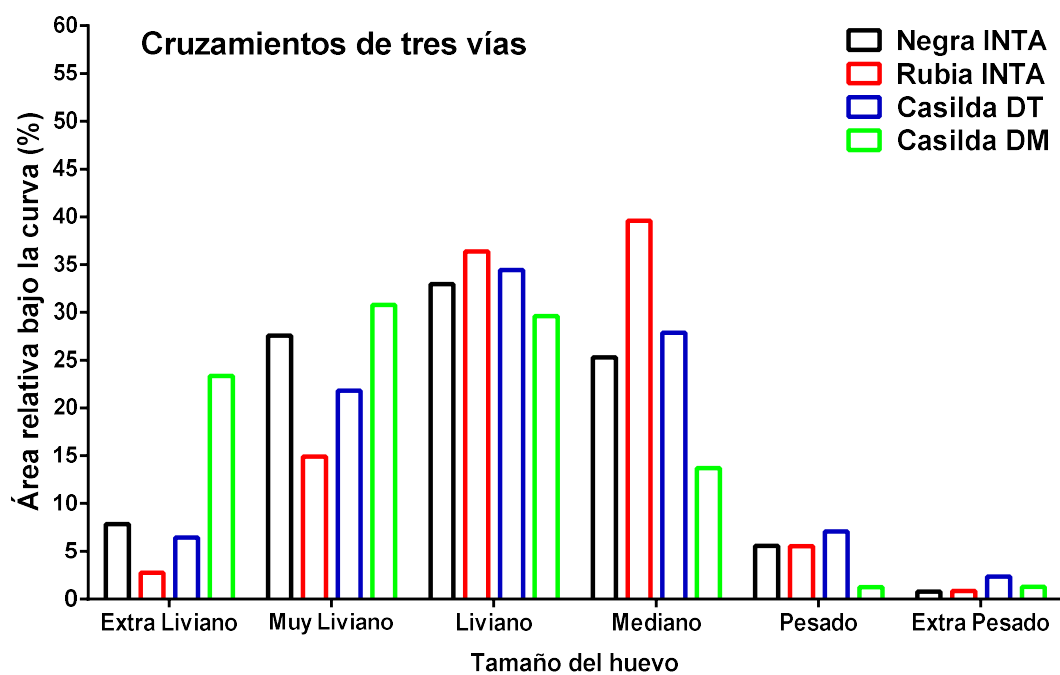


Figura N° 99 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

8.2.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

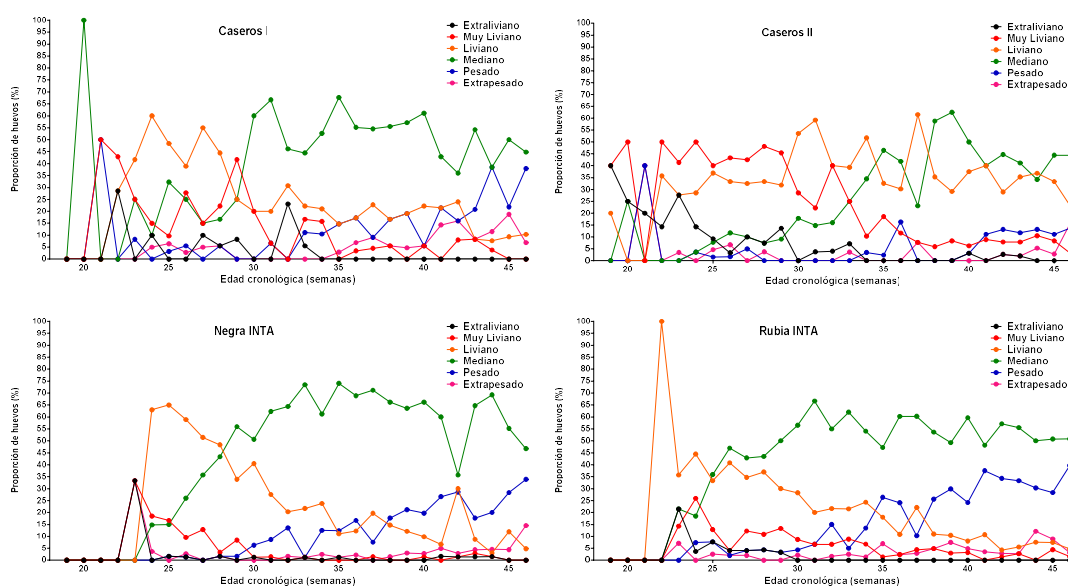


Figura N° 100 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

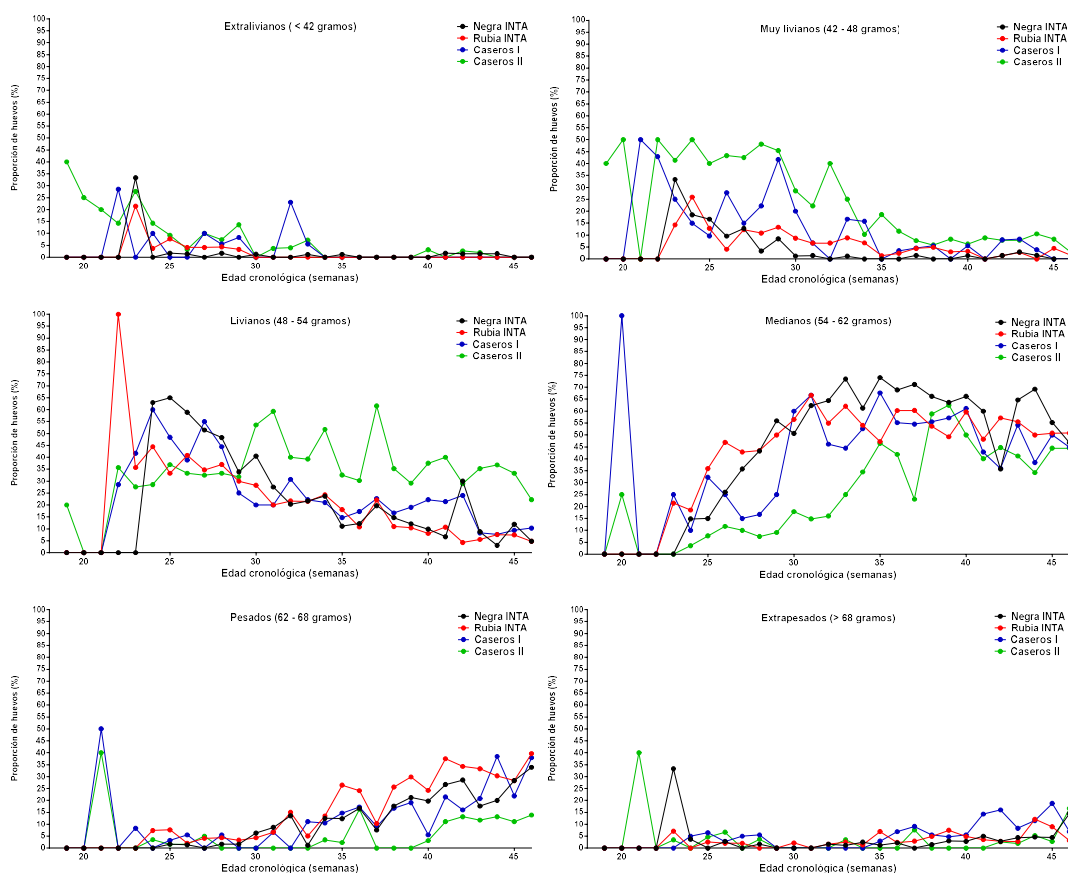


Figura N° 101 - Distribución de los huevos puestos por los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso. Efecto del grupo genético por categoría de peso

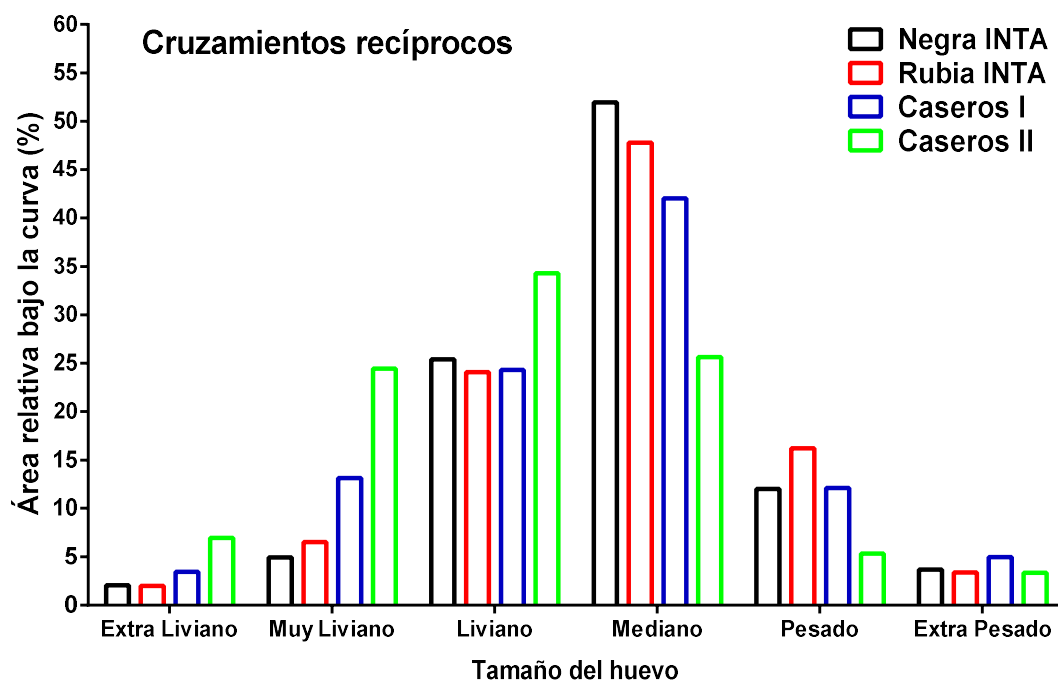


Figura N° 102 - Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los genotipos de referencia, en función de la edad cronológica durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

8.2.4. Resumen global

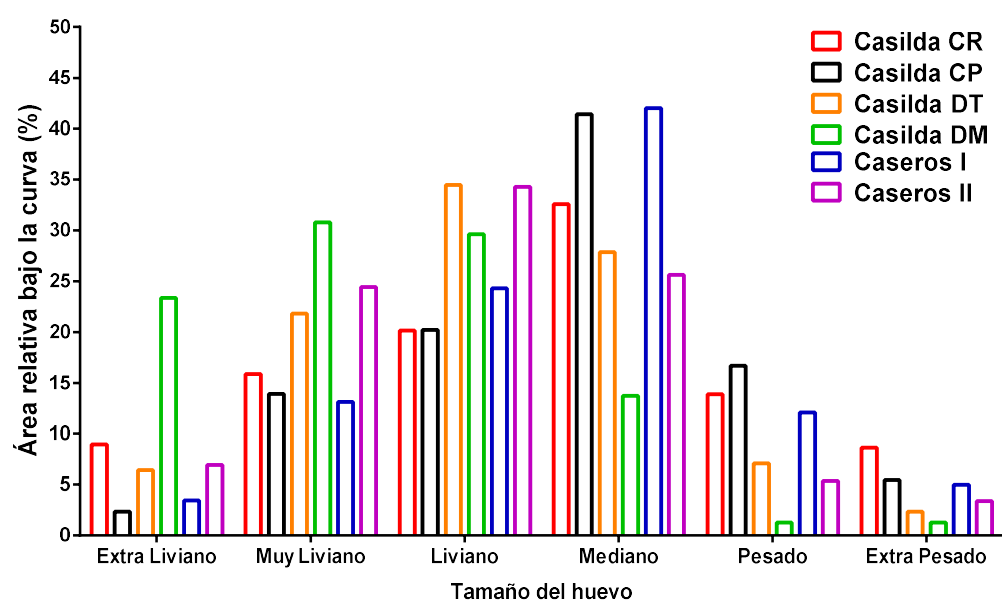


Figura N° 103 -Área bajo la curva de la distribución de los huevos puestos por seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, en función de la edad cronológica, durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

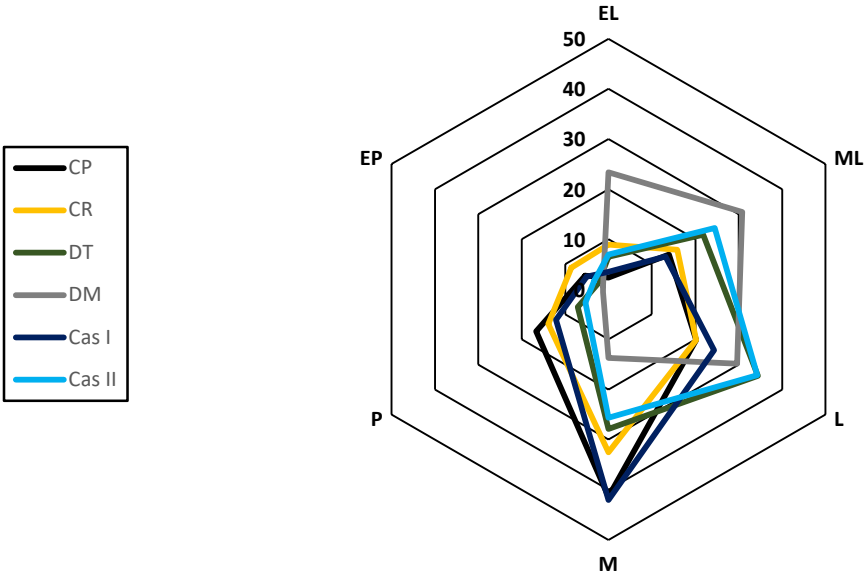


Figura N° 104 - Diagrama comparativo del comportamiento de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas en términos del área bajo la curva de la distribución en función de la edad cronológica de los huevos puestos durante su primer ciclo de postura, categorizados de acuerdo a su peso

9.- Incubabilidad y embriodiagnos

La Tabla 39 resume los resultados correspondientes al estudio de la incubabilidad de los huevos puestos por los cruzamientos simples y las dos poblaciones testigo a las 28 semanas de edad.

Tabla N° 39 - Nacimientos, incubabilidad aparente y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 28 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia							
Grupo genético	Número de huevos			Pollitos nacidos	Ia (%)	N (%)	Fa (%)
	Incubados	Infértiles	Fértiles				
PRB	100	42	58	46	79,31	46,00	58,00
RIB	100	17	83	76	91,57	76,00	83,00
CR	100	31	69	52	75,36	52,00	69,00
CP	100	10	90	73	81,11	73,00	90,00
PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Ia: Incubabilidad aparente N: Nacimientos Fa: Fertilidad aparente							

La Tabla 40 resume los resultados correspondientes al ensayo de embriodiagnos llevado a cabo sobre los huevos no eclosionados del total de huevos recolectados a las 28 semanas de edad y puestos a incubar.

Tabla N° 40 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 28 semanas de edad								
GG	N° de huevos sin eclosionar			Mortalidad			Fc (%)	Ic (%)
	Total	Infértiles	Fértiles	0 - 4	5 - 17	18 - 21		
PRB	54	27	27	18 (66,7%)	2 (7,4%)	7 (25,9%)	73,00	63,01
RIB	24	15	9	6 (66,7%)	0	3 (33,3%)	85,00	89,41
CR	48	27	21	16 (76,2%)	1 (4,8%)	4 (19,0%)	73,00	71,23
CP	27	11	16	13 (81,1%)	1 (6,3%)	2 (12,6)	89,00	82,02
GG: Grupo genético PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Fc: Fertilidad corregida Ic: Incubabilidad corregida								

La Tabla 41 resume los resultados correspondientes al estudio de la incubabilidad de los huevos recolectados a las 38 semanas de edad.

Tabla N° 41 - Nacimientos, incubabilidad y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 38 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia							
Grupo genético	Número de huevos			Pollitos nacidos	Ia (%)	N (%)	Fa (%)
	Incubados	Infértiles	Fértiles				
PRB	100	18	82	68	82,93	68,00	82,00
RIB	100	6	94	85	90,43	85,00	94,00
CR	100	22	78	70	89,74	70,00	78,00
CP	100	7	93	81	87,10	81,00	93,00
PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Ia: Incubabilidad aparente N: Nacimientos Fa: Fertilidad aparente							

La Tabla 42 resume los resultados correspondientes al ensayo de embriodiagnos llevado a cabo sobre los huevos no eclosionados del total de huevos recolectados a las 38 semanas de edad y puestos a incubar.

Tabla N° 42 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 38 semanas de edad								
GG	N° de huevos sin eclosionar			Mortalidad			Fc (%)	Ic (%)
	Total	Infértiles	Fértiles	0 - 4	5 - 17	18 - 21		
PRB	32	15	17	10 (58,8%)	3 (17,6%)	4 (23,6%)	85,00	80,00
RIB	15	6	9	7 (77,8%)	0	2 (22,2%)	94,00	90,43
CR	30	20	10	5 (50,0%)	1 (10,0%)	4 (40,0%)	80,00	87,50
CP	19	6	13	9 (69,2%)	2 (15,4%)	2 (15,4)	94,00	86,17
GG: Grupo genético PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Fc: Fertilidad corregida Ic: Incubabilidad corregida								

La Tabla 43 resume los resultados correspondientes al estudio de la incubabilidad de los huevos recolectados a las 48 semanas de edad.

Tabla N° 43 - Nacimientos, incubabilidad y fertilidad aparente de los huevos puestos a las 48 semanas de edad por dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia							
Grupo genético	Número de huevos			Pollitos nacidos	Ia (%)	N (%)	Fa (%)
	Incubados	Infértiles	Fértiles				
PRB	100	35	65	52	80,00	52,00	65,00
RIB	100	10	90	80	88,89	80,00	90,00
CR	100	27	73	64	87,67	64,00	73,00
CP	100	10	90	71	78,89	71,00	90,00
PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Ia: Incubabilidad aparente N: Nacimientos Fa: Fertilidad aparente							

La Tabla 44 resume los resultados correspondientes al ensayo de embriodiagnos llevado a cabo sobre los huevos no eclosionados del total de huevos recolectados a las 48 semanas de edad y puestos a incubar.

Tabla N° 44 - Ensayo de embriodiagnos de los huevos no eclosionados correspondientes a dos cruzamientos simples de aves camperas, con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones de referencia, recolectados y puestos a incubar a las 48 semanas de edad								
GG	N° de huevos sin eclosionar			Mortalidad			Fc (%)	Ic (%)
	Total	Infértiles	Fértiles	0 - 4	5 - 17	18 - 21		
PRB	48	29	19	11 (57,9%)	5 (26,3%)	3 (15,8%)	71,00	73,24
RIB	20	8	12	8 (66,7%)	3 (25,0%)	1 (8,3%)	92,00	86,96
CR	36	24	12	7 (58,3%)	3 (25,0%)	2 (16,7%)	76,00	84,21
CP	29	8	21	16 (76,2%)	3 (14,3%)	2 (9,5%)	92,00	77,17
GG: Grupo genético PRB: Plymouth Rock Barrada - RIB: Rhode Island Blanca CR: Casilda CR - CP: Casilda CP Fc: Fertilidad corregida Ic: Incubabilidad corregida								

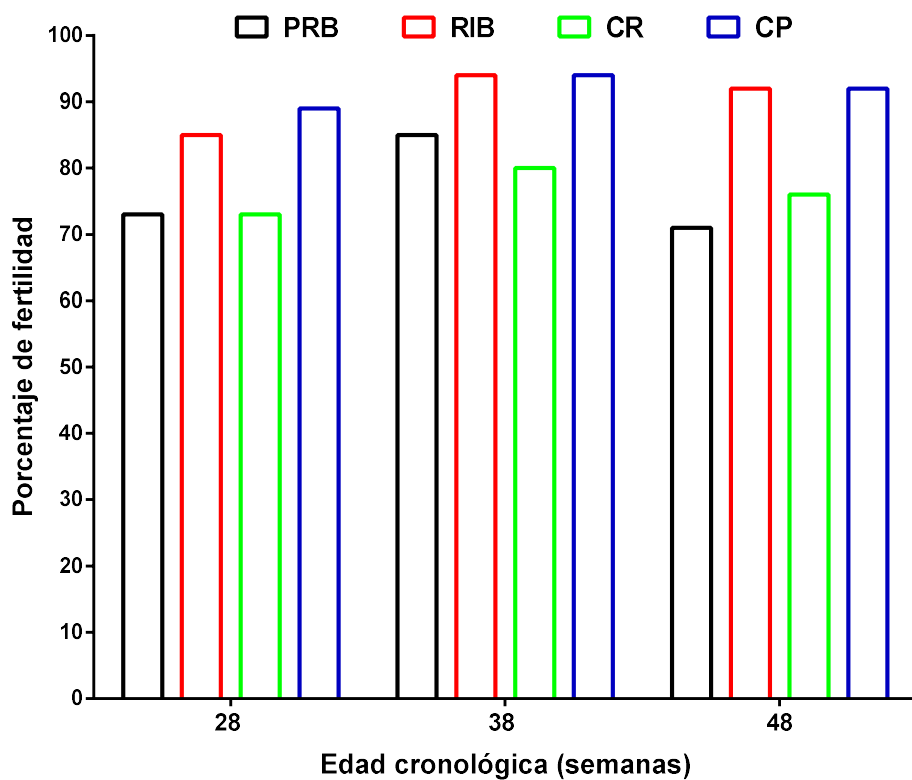
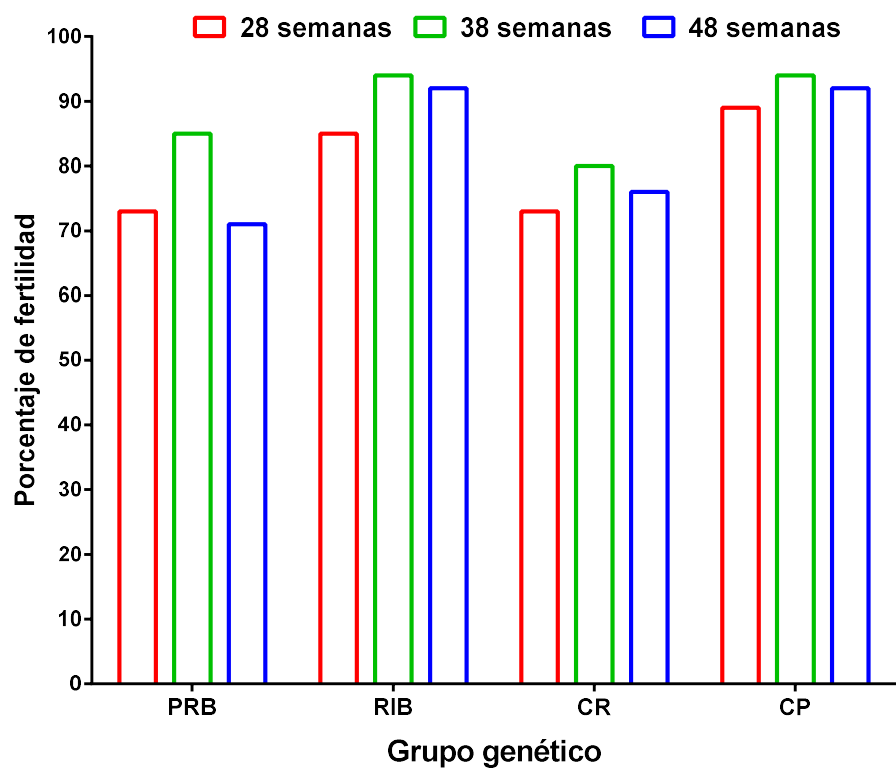


Figura N°105 - Porcentaje de fertilidad de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

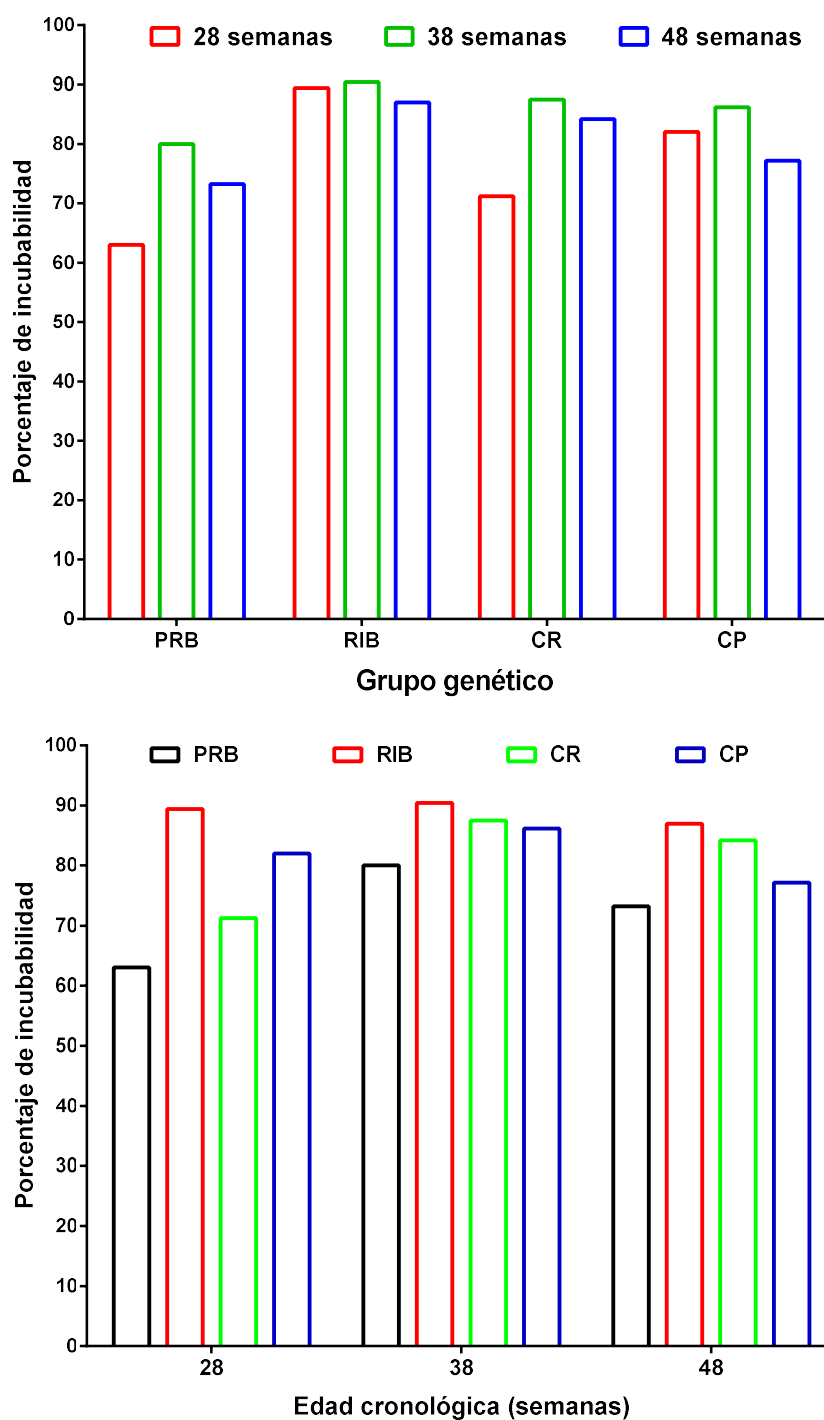


Figura N° 106 - Porcentaje de incubabilidad de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

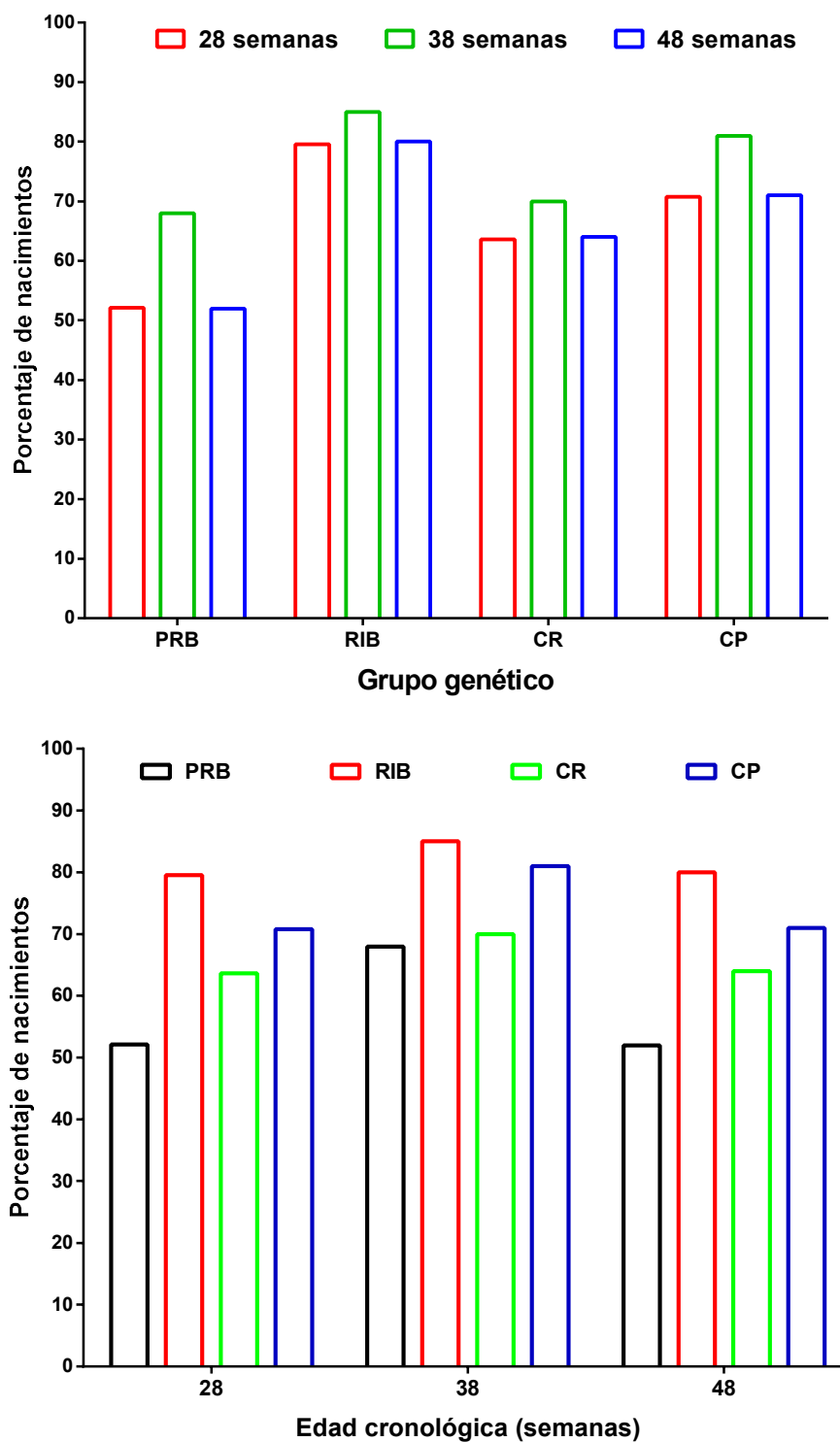


Figura N° 107 - Porcentaje de nacimientos registrados a partir de los huevos puestos por dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos genotipos de referencia en tres edades

Las Figuras 105, 106 y 107 muestran los porcentajes de fertilidad, incubabilidad y nacimientos, respectivamente, registrados en la incubación de los huevos provenientes de los cuatro grupos genéticos y recolectados en tres edades del ciclo. En la porción superior de cada uno de ellos se representa el efecto de la edad de recolección dentro de cada uno de los cuatro grupos genéticos, mientras que en la porción inferior se grafica el efecto del genotipo de las aves en cada una de las tres edades.

Para ninguna de las tres variables se constataron efectos estadísticamente significativos (Fertilidad: $X^2 = 0,758$; $P = 0,993$ – Incubabilidad: $X^2 = 2,209$; $P = 0,890$ – Nacimientos: $X^2 = 2,371$; $P = 0,883$), por lo que ni el efecto de la edad de recolección de los huevos incubables mostró diferencias dentro de cada uno de los cuatro grupos genéticos, como así tampoco se observaron efectos del grupo genético de origen de los huevos en ninguna de las tres edades.

La Figura 108 muestra el efecto de la edad de las aves sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante el proceso de incubación, en cada uno de los cuatro grupos genéticos evaluados. No se observaron efectos significativos de la edad de las aves al momento de recolectar los huevos incubables sobre la proporción de pérdidas embrionarias en cada una de las tres categorías mencionadas, en ninguno de los cuatro grupos genéticos (PRB: $X^2 = 3,266$; $P = 0,514$ – RIB: $X^2 = 6,250$; $P = 0,181$ – Casilda CR: $X^2 = 5,140$; $P = 0,273$ y Casilda CP: $X^2 = 1,028$; $P = 0,906$). Independientemente de la edad de las aves al momento de la recolección de los huevos incubables, en los cuatro genotipos se observó una mayor proporción de pérdidas tempranas.

La Figura 109 muestra el efecto del grupo genético sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante el proceso de incubación, en cada una de las tres edades de las aves al momento de llevar a cabo la recolección de los huevos incubables. No se observó asociación estadísticamente significativa entre el momento en que tienen lugar las pérdidas embrionarias durante el proceso de incubación y el genotipo de las aves, en ninguna de las tres edades analizadas (28 semanas: $X^2 = 2,550$; $P = 0,863$ - 38 semanas: $X^2 = 3,805$; $P = 0,703$ - 48 semanas: $X^2 = 2,107$; $P = 0,910$). Independientemente del genotipo, en las tres edades las mayores pérdidas se registran corresponden a aquellas que tienen lugar hasta el cuarto día de incubación.

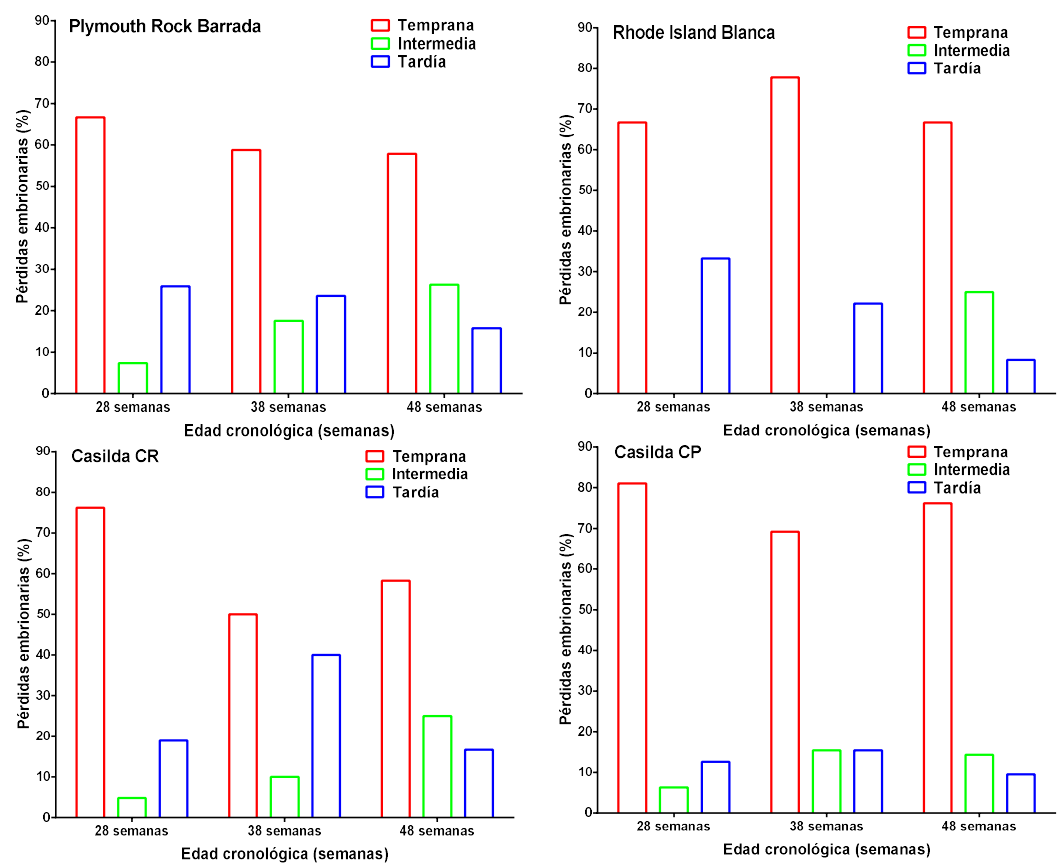


Figura N° 108 - Efecto de la edad de las aves sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante la incubación en cuatro grupos genéticos de aves camperas

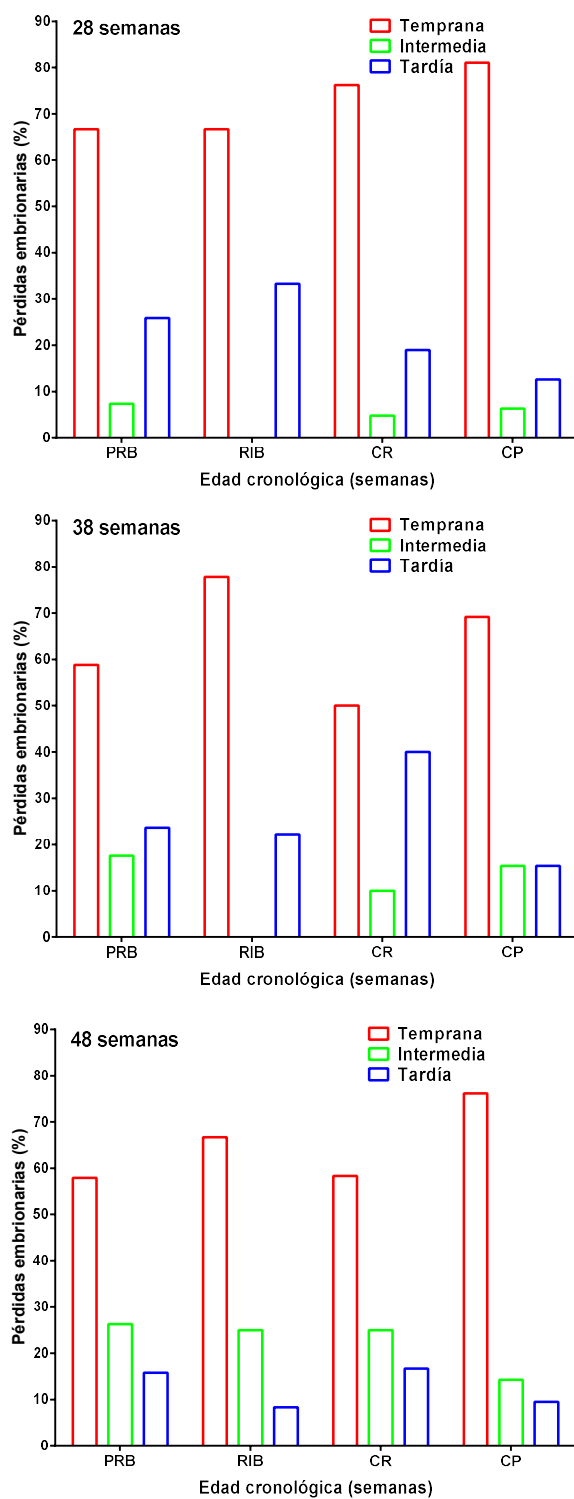


Figura N° 109 - Efecto del grupo genético sobre la proporción de pérdidas embrionarias tempranas, intermedias y tardías durante la incubación en tres edades de las aves al momento de la recolección de los huevos incubables

10.- Análisis de supervivencia

10.1. Cruzamientos simples

La Figura 110 muestra las curvas de supervivencia de los dos cruzamientos simples con 50% de genes Cornish y de los dos genotipos utilizados como referencia. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($X^2 = 2,205$; $P = 0,531$) entre grupos. La proporción de aves sobrevivientes a las 50 semanas de vida fue de 51,3% para Casilda CR; 59,9% para Casilda CP; 59,1% para Plymouth Rock Barrada y 57,1% para Rhode Island Blanca.

10.2. Cruzamientos de tres vías

La Figura 111 muestra las curvas de supervivencia de los dos cruzamientos experimentales de tres vías con 25% de genes Cornish y los dos genotipos de ponedoras autosexantes utilizados como referencia. Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ($X^2 = 74,5$; $P < 0,0001$), atribuible al diferente comportamiento de los cruzamientos experimentales versus las ponedoras autosexantes ya que no se constataron diferencias estadísticamente significativas dentro de cada uno de estos subgrupos (Casilda DT versus Casilda DM: $X^2 = 0,591$; $P = 0,442$ – Negra INTA versus Rubia INTA: $X^2 = 0,038$; $P = 0,846$). La proporción de aves sobrevivientes a las 50 semanas de vida fue de 63,7% para Casilda DT; 59,5% para Casilda DM; 91,0% para Negra INTA y 91,6% para Rubia INTA.

10.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

La Figura 112 muestra las curvas de supervivencia de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples y los dos genotipos de ponedoras autosexantes utilizados como referencia. Se observó una diferencia estadísticamente significativa entre grupos ($X^2 = 13,62$; $P = 0,0035$), atribuible al diferente comportamiento de los cruzamientos experimentales versus las ponedoras autosexantes ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas dentro de cada uno de estos subgrupos (Caseros I versus Caseros II: $X^2 = 1,907$; $P = 0,167$ – Negra INTA versus Rubia INTA: $X^2 = 1,043$; $P = 0,307$). La proporción de aves sobrevivientes a las 50 semanas de vida fue de 57,0% para Caseros I; 65,0% para Caseros II; 76,2% para Negra INTA y 72,3% para Rubia INTA.

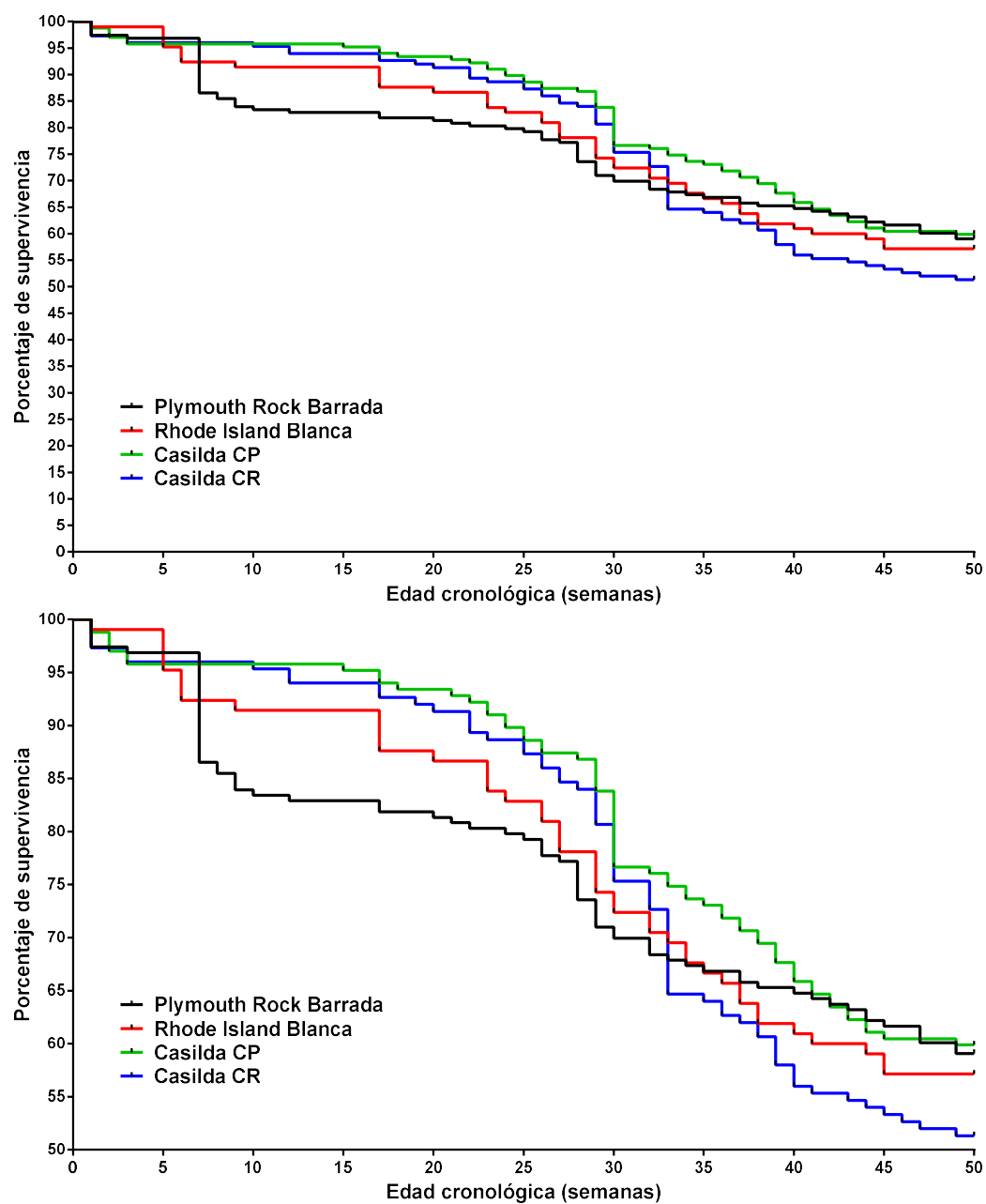


Figura N° 110 - Curvas de supervivencia de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos grupos testigo (Parte inferior: detalle)

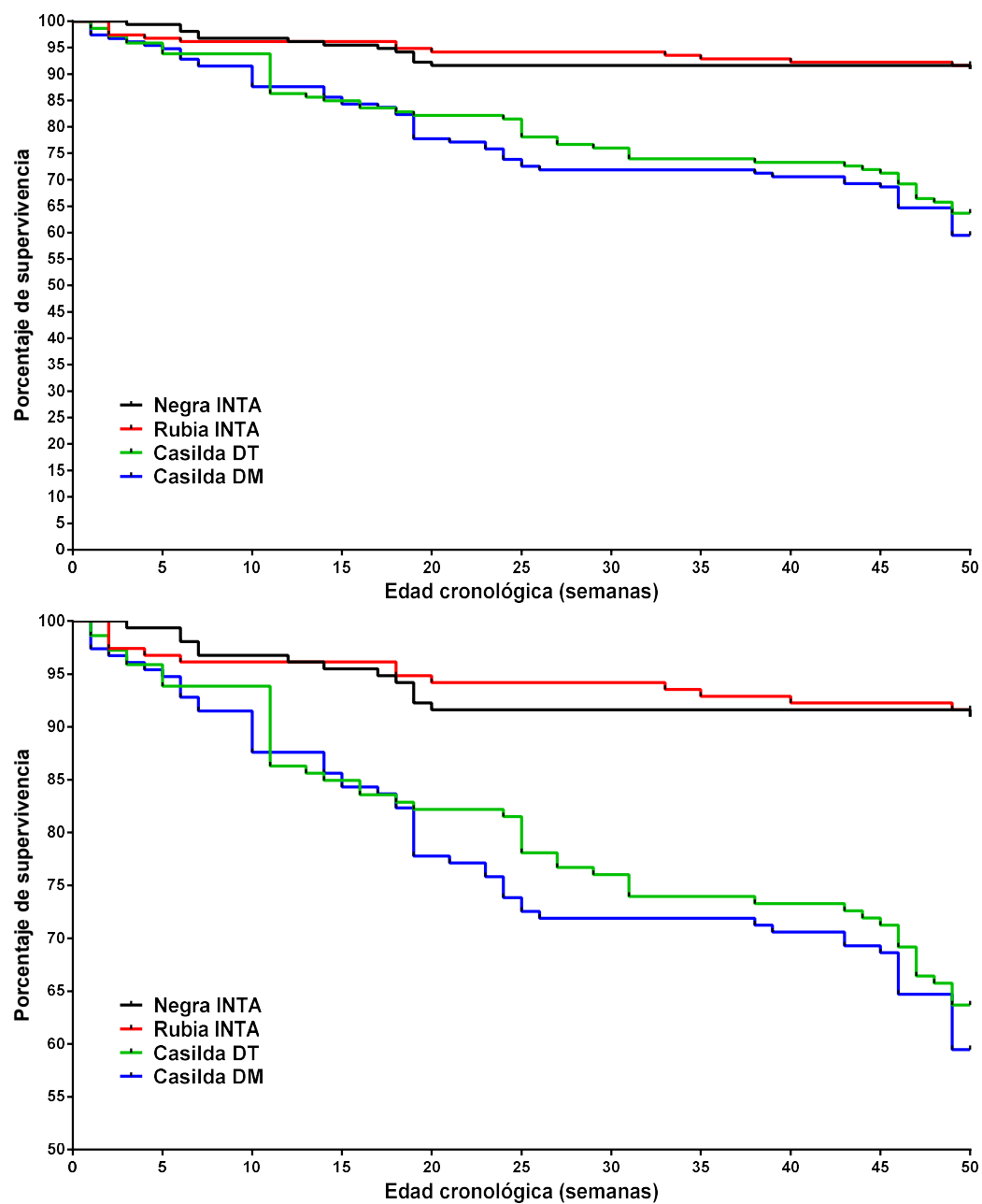


Figura N° 111 - Curvas de supervivencia de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos grupos testigo (Parte inferior: detalle)

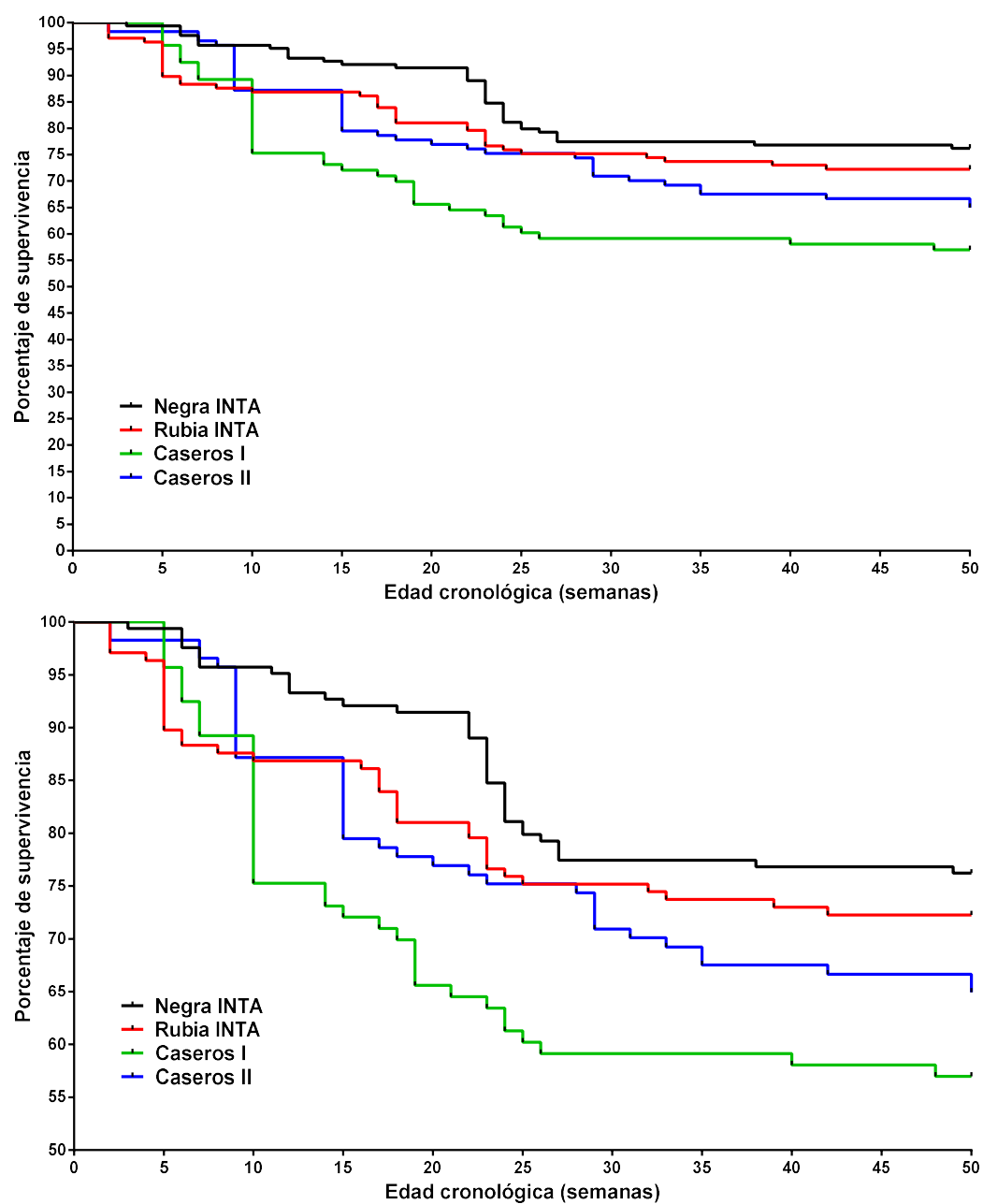


Figura N° 112 - Curvas de supervivencia de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y de los grupos testigo (Parte inferior: detalle)

10.4. Resumen global

La Figura 113 muestra las curvas de supervivencia correspondientes a los seis cruzamientos experimentales.

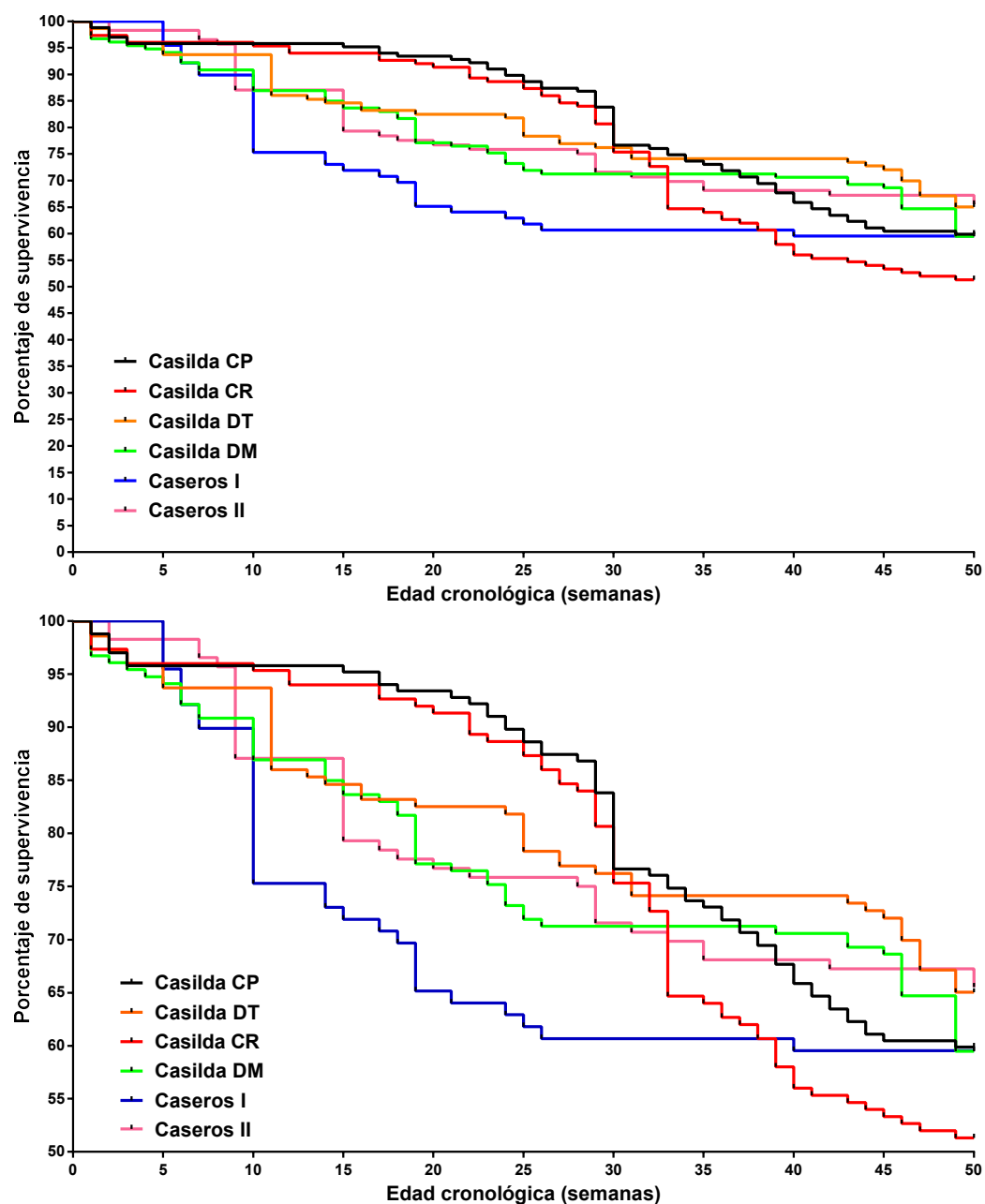


Figura N° 113 - Curvas de supervivencia de seis cruzamientos experimentales de reproductoras camperas (Parte inferior: detalle)

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de cruzamientos ($X^2 = 0,172$; $P = 0,679$).

La Figura 114 resume el porcentaje de supervivencia de las aves de los seis cruzamientos experimentales finalizar el ciclo de postura (50 semanas de edad).

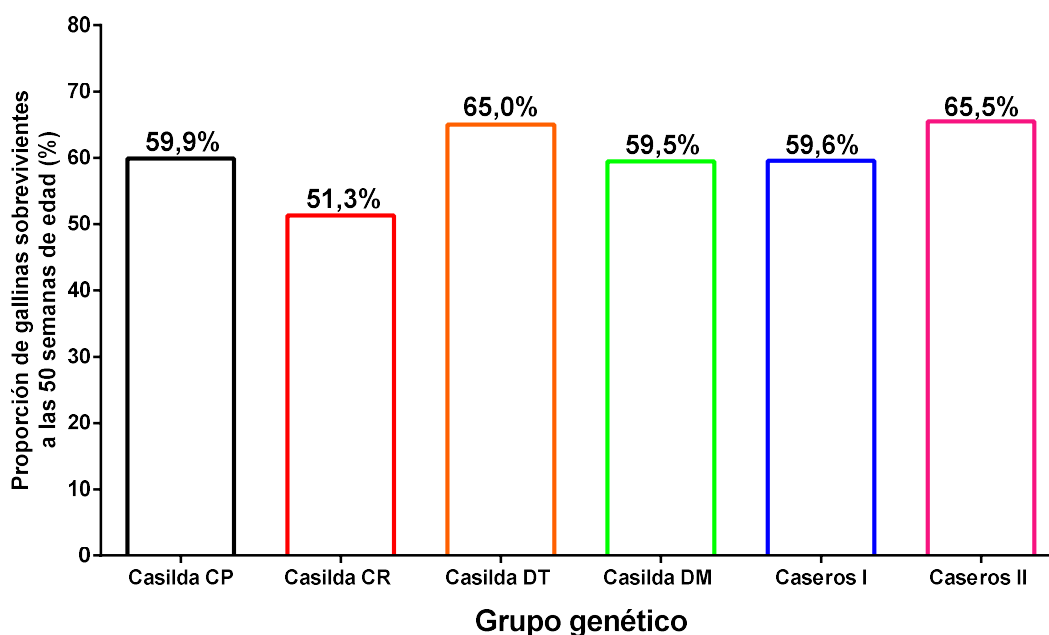


Figura N° 114 - Proporción de aves reproductoras camperas pertenecientes a seis cruzamientos experimentales, sobrevivientes al momento de dar por finalizado el ciclo de postura (50 semanas de edad)

11.- Condición corporal

11.1. Relevamiento de la condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura

11.1.1. Cruzamientos simples

La Tabla 45 muestra la distribución de las aves de los cuatro grupos genéticos por categoría de condición corporal. Dicha distribución no fue homogénea ($X^2=162$; $P<0,0001$). Los cruzamientos simples no presentaron individuos de categoría 0 mientras que las poblaciones de referencia no presentaron aves de categoría 3. La mayor proporción de aves Casilda CP y Casilda CR correspondió a las dos categorías (Categorías 2 y 3) de mejor condición corporal, con valores de 76% en el caso del híbrido con madre Plymouth Rock

Barrada (Casilda CP) y 92% en el caso del híbrido con madre Rhode Island Red (Casilda CR). Contrariamente, las aves de las poblaciones utilizadas como testigos se ubicaron casi exclusivamente en las dos categorías (Categorías 0 y 1) de peor condición corporal, con valores del 100% para Plymouth Rock Barrada y del 94% para Rhode Island Blanca. Las diferencias mencionadas se visualizan esquemáticamente en la Figura 115.

Tabla N° 45 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos -dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura				
Categoría de forma	Categoría			
	Categoría 0	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Casilda CP	0	24	58	18
Casilda CR	0	8	66	26
Rhode I Blanca	52	42	6	0
Plymouth R Barrada	80	20	0	0

11.1.2. Cruzamientos de tres vías

La distribución de las aves de los cuatro grupos genéticos por categoría de condición corporal se muestra en la Tabla 46. La misma no fue homogénea ($X^2=91$; $P<0,0001$). Los cruzamientos experimentales de tres vías presentaron individuos en las cuatro categorías mientras que las ponedoras autosexantes utilizadas como poblaciones de referencia no presentaron aves de categoría 3. La mayor proporción de aves Casilda DT y Casilda DM correspondió a las categorías 1 y 2, con valores de 80% en el caso Casilda Doña Teresa y 74% en el caso de Casilda Don Manuel. Las aves de las poblaciones utilizadas como testigos, por su parte, se ubicaron casi exclusivamente en las dos categorías (Categorías 0 y 1) de peor condición corporal, con valores del 98% para Rubia INTA y del 96% para Negra INTA. Las diferencias mencionadas se visualizan esquemáticamente en la Figura 116.

Tabla N° 46 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos - dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura				
Categoría de forma	Categoría			
	Categoría 0	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Casilda DT	16	48	32	4
Casilda DM	8	44	30	18
Rubia INTA	74	24	2	0
Negra INTA	68	28	4	0

11.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

La Tabla 47 resume la distribución de las aves de los cuatro grupos genéticos según su categoría de condición corporal. Dicha distribución no fue homogénea ($X^2=121$; $P<0,0001$). Las aves de los cruzamientos recíprocos no presentaron individuos de categoría 0 mientras que las ponedoras autosexantes no presentaron aves de categoría 3. Caseros I y Caseros II categorizaron básicamente como 2 y 3 (Caseros I: 80% y Caseros II: 84%) mientras que las aves de las poblaciones utilizadas como testigos, categorizaron casi exclusivamente como 0 y 1 (Rubia INTA: 92% y Negra INTA: 88%). Las diferencias mencionadas se visualizan esquemáticamente en la Figura 117.

Tabla N° 47 - Proporción de aves de cuatro grupos genéticos - los cruzamientos recíprocos entre dos híbridos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo- discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura				
Categoría de forma	Categoría			
	Categoría 0	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Caseros I	0	20	38	42
Caseros II	0	16	40	44
Rubia INTA	56	36	8	0
Negra INTA	50	38	12	0

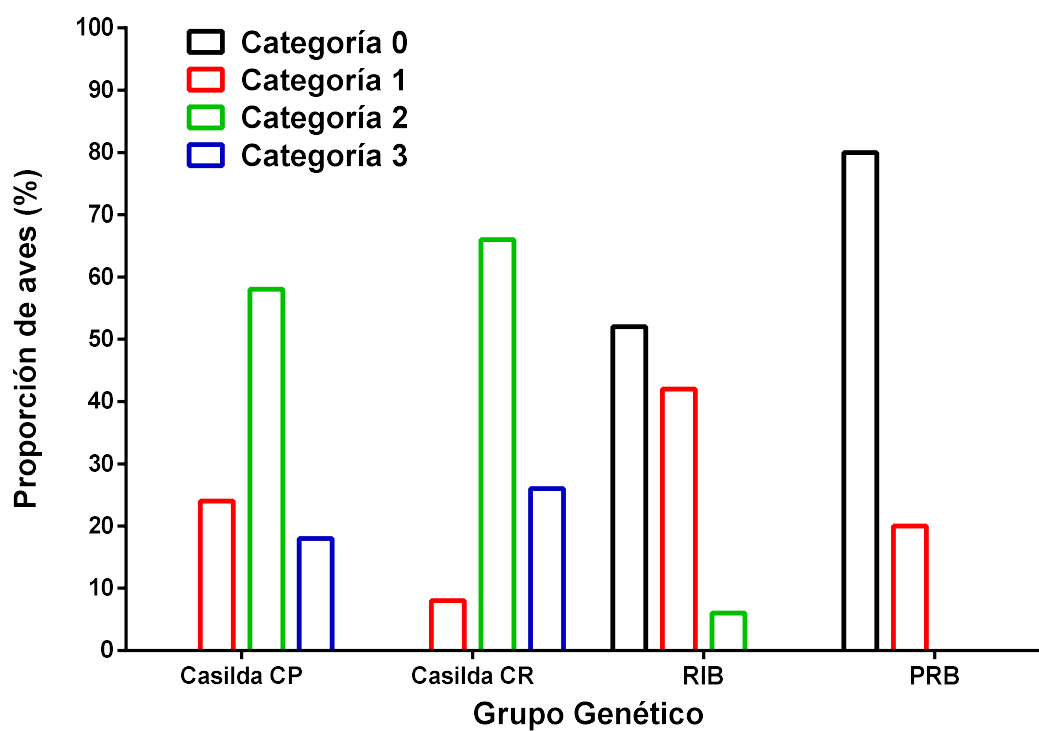


Figura N° 115 - Distribución porcentual de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

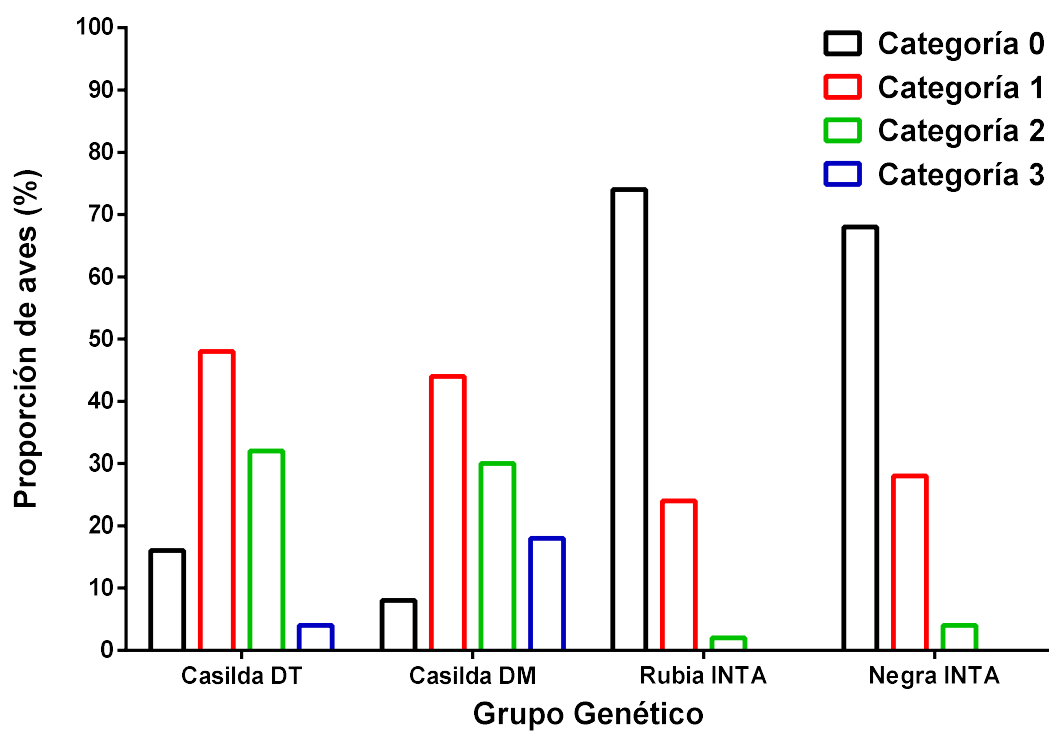


Figura N° 116 - Distribución porcentual de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

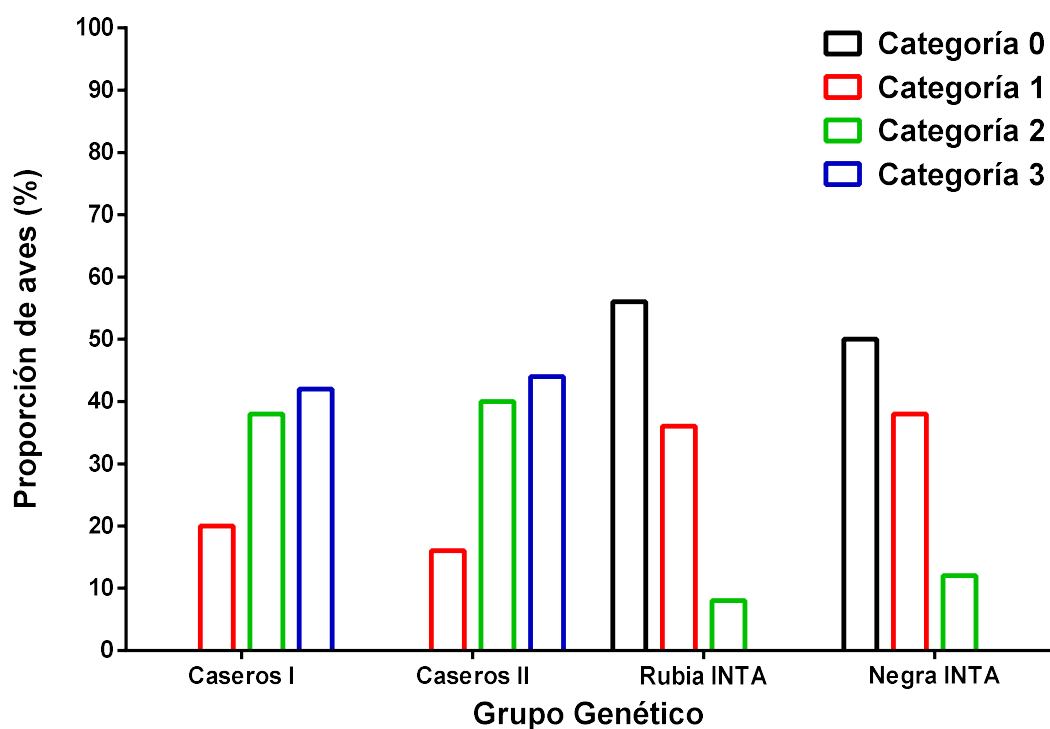


Figura N° 117 - Distribución porcentual de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo en cuatro categorías de condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura

11.2. Comportamiento del peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

11.2.1. Cruzamientos simples

La Tabla 48 resume el valor de los pesos corporales de las aves de los cuatro grupos genéticos al finalizar el primer ciclo de postura. Se constató un efecto estadísticamente significativo del genotipo ($F= 95,8$; $P < 0,0001$). Los híbridos experimentales fueron, en promedio, 28% más pesados que las aves de los grupos testigo. Casilda CR presentó mayor peso corporal que Casilda CP sin que se observaran diferencias significativas para la variable entre Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada.

Tabla N° 48 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo			
Grupo genético			
Casilda CP	Casilda CR	Rhode Island Blanca	Plymouth Rock Barrada
$2851 \pm 47,0$ a	$3026 \pm 44,1$ b	$2254 \pm 31,6$ c	$2313 \pm 32,4$ c
Tamaño muestral: N = 50 aves por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio $\pm$ error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

11.2.2. Cruzamientos de tres vías

Tabla N° 49 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de dos cruzamientos de tres vías de reproductoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo			
Grupo genético			
Casilda DT	Casilda DM	Rubia INTA	Negra INTA
$2723 \pm 55,4$ a	$2774 \pm 45,2$ a	$2099 \pm 31,9$ b	$2169 \pm 39,0$ b
Tamaño muestral: N = 50 aves por grupo genético Todos los valores corresponden al promedio $\pm$ error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

El comportamiento del peso corporal de los dos híbridos de tres vías y de los grupos genéticos utilizados como controles, al finalizar el primer ciclo de postura, se resume en la Tabla 49. El efecto del grupo de pertenencia fue estadísticamente significativo ($F= 66,4$; $P < 0,0001$). No se observaron diferencias para el carácter entre las aves de los dos cruzamientos experimentales ni entre las dos variantes de ponedoras autosexantes utilizadas como

genotipos de referencia. Los cruzamientos de tres vías fueron, en promedio, 29% más pesados que Rubia INTA y Negra INTA.

11.2.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

La Tabla 50 presenta los valores de peso corporal promedio alcanzado por aves de los cuatro genotipos al finalizar el primer ciclo de postura. El significado estadístico del efecto del grupo genético sobre el carácter ($F= 116$; $P < 0,0001$) es atribuible a la diferencia entre los cruzamientos experimentales y los genotipos de referencia sin que se observaran diferencias dentro de cada uno de dichos grupos. Las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples fueron, en promedio, 44% más pesadas que las ponedoras autosexantes.

Tabla N° 50 - Peso corporal a las 52 semanas de edad de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y los grupos testigo			
Grupo genético			
Caseros I	Caseros II	Rubia INTA	Negra INTA
$3059 \pm 68,2$ a	$3207 \pm 58,7$ a	$2130 \pm 32,5$ b	$2216 \pm 40,1$ b
Tamaño muestral: N = 50 aves por grupo genético			
Todos los valores corresponden al promedio $\pm$ error estándar			
Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

11.3.3. Asociación entre el peso corporal a las 52 semanas de edad y la categoría de condición corporal

En todas las comparaciones efectuadas se observó una asociación estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre el cuartil de peso corporal y la categoría de condición corporal correspondiendo en todos los casos mejor condición corporal a las aves de mayor peso.

11.3.3.1. Cruzamientos simples

La Figura 118 resume la distribución porcentual de aves de cada grupo genético por categoría de condición corporal según el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

La Figura 119 resume la distribución porcentual de aves de cada categoría de condición corporal según el grupo genético y el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

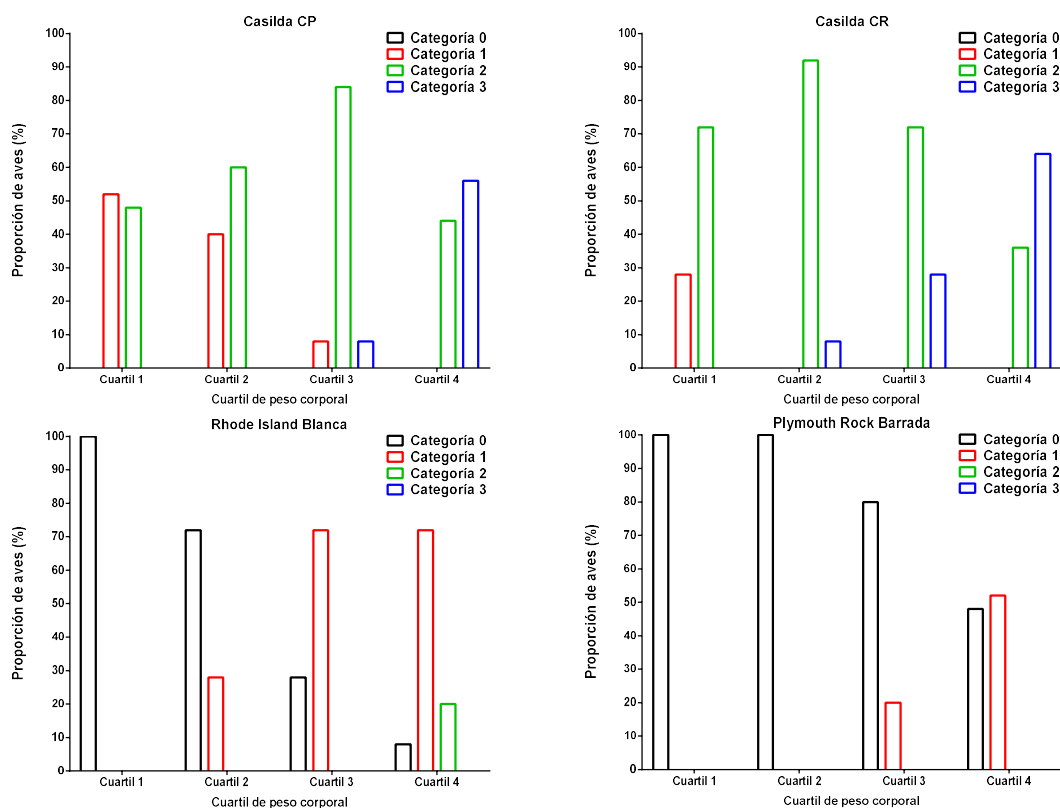


Figura N° 118 - Proporción de aves de dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

Los cruzamientos experimentales no presentaron aves con categoría 0 ni aún en los cuartiles inferiores de peso mientras que las dos poblaciones de referencia presentaron representantes de dicha categoría independientemente del cuartil considerado.

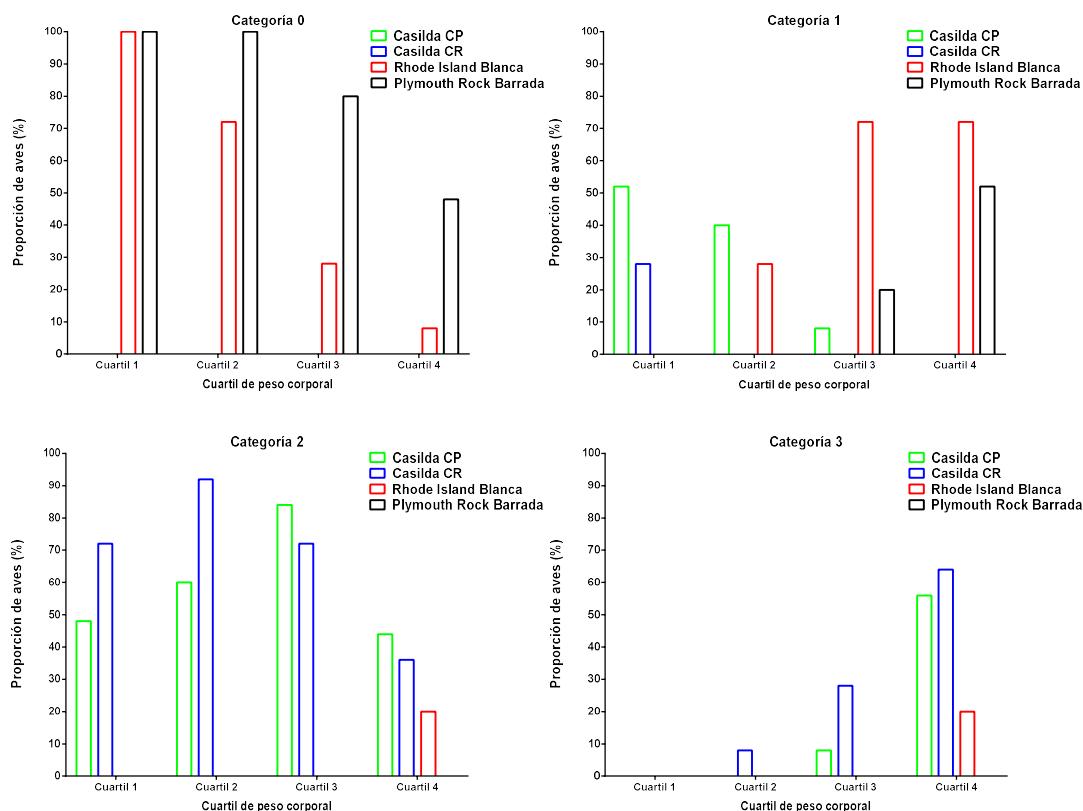


Figura N° 119 - Proporción de aves dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

La totalidad de las aves Plymouth Rock Barradas y Rhode Island Blancas pertenecientes al primer cuartil de peso corporal se ubicaron en la categoría 0 de condición corporal. A medida que aumenta el peso de la aves, la proporción de las mismas en categoría 0 disminuye siendo dicha disminución más evidente en Rhode Island Blanca.

11.3.3.2. Cruzamientos de tres vías

La Figura 120 resume la distribución porcentual de aves de cada grupo genético por categoría de condición corporal según el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

La Figura 121 resume la distribución porcentual de aves de cada categoría de condición corporal según el grupo genético y el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

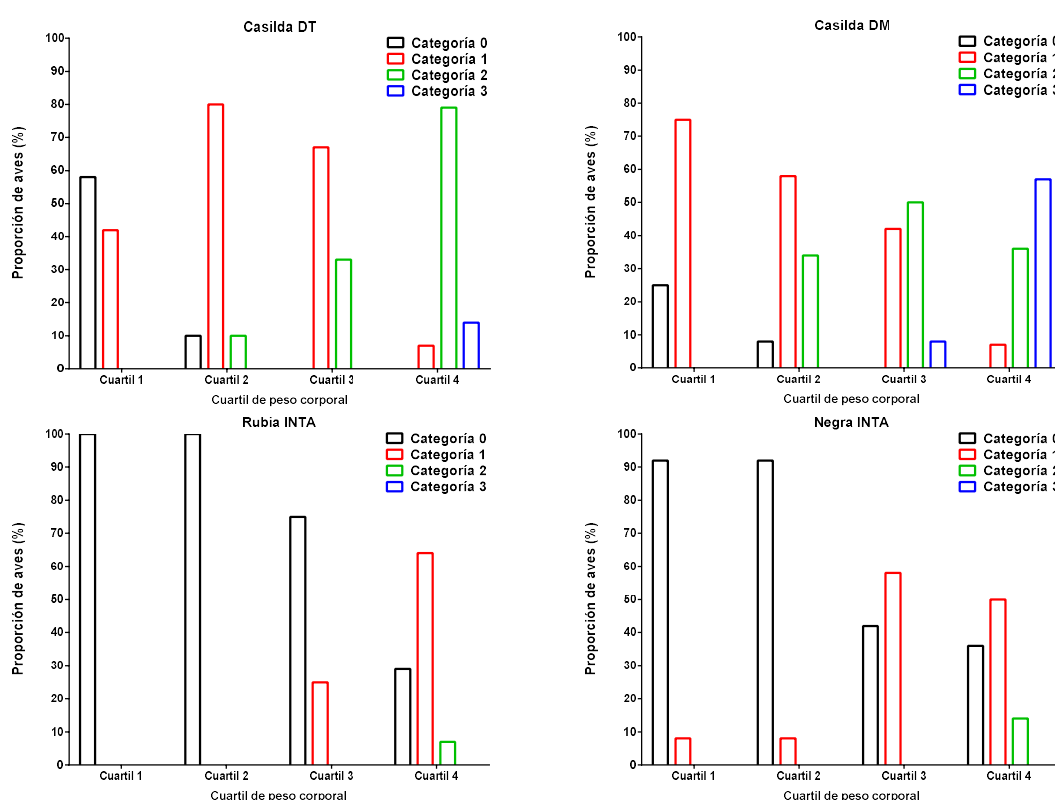


Figura N° 120 - Proporción de aves de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

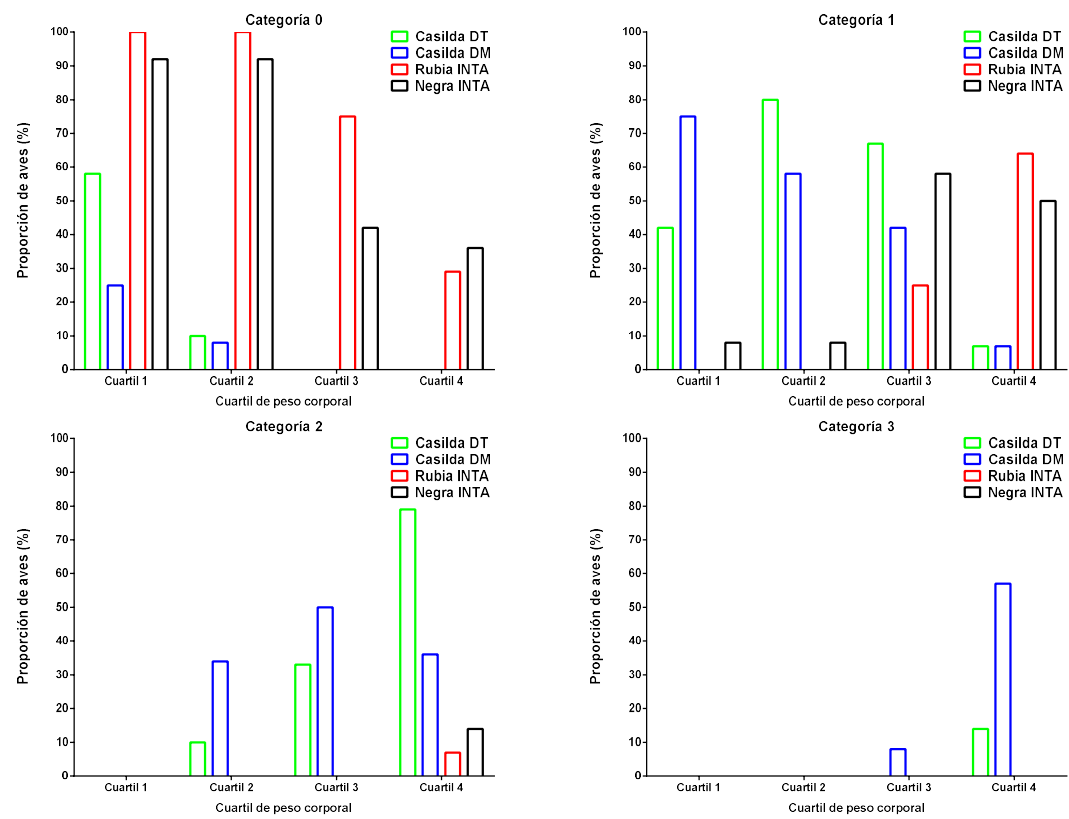


Figura N° 121 - Proporción de aves de dos cruzamientos de tres vías de ponedoras camperas con 25% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

11.3.3.3. Cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples

La Figura 122 resume la distribución porcentual de aves de cada grupo genético por categoría de condición corporal según el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

La Figura 123 resume la distribución porcentual de aves de cada categoría de condición corporal según el grupo genético y el cuartil de peso corporal al finalizar el ciclo de postura.

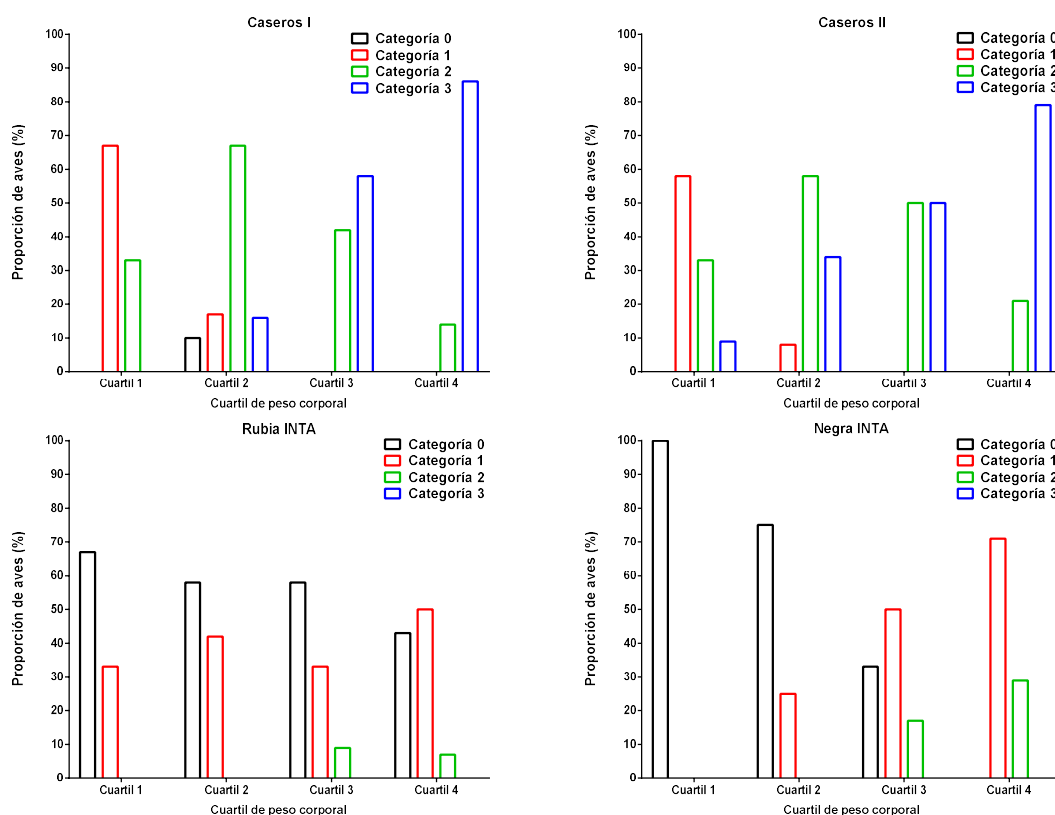


Figura N° 122 - Proporción de aves de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, por categoría de condición corporal y discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura

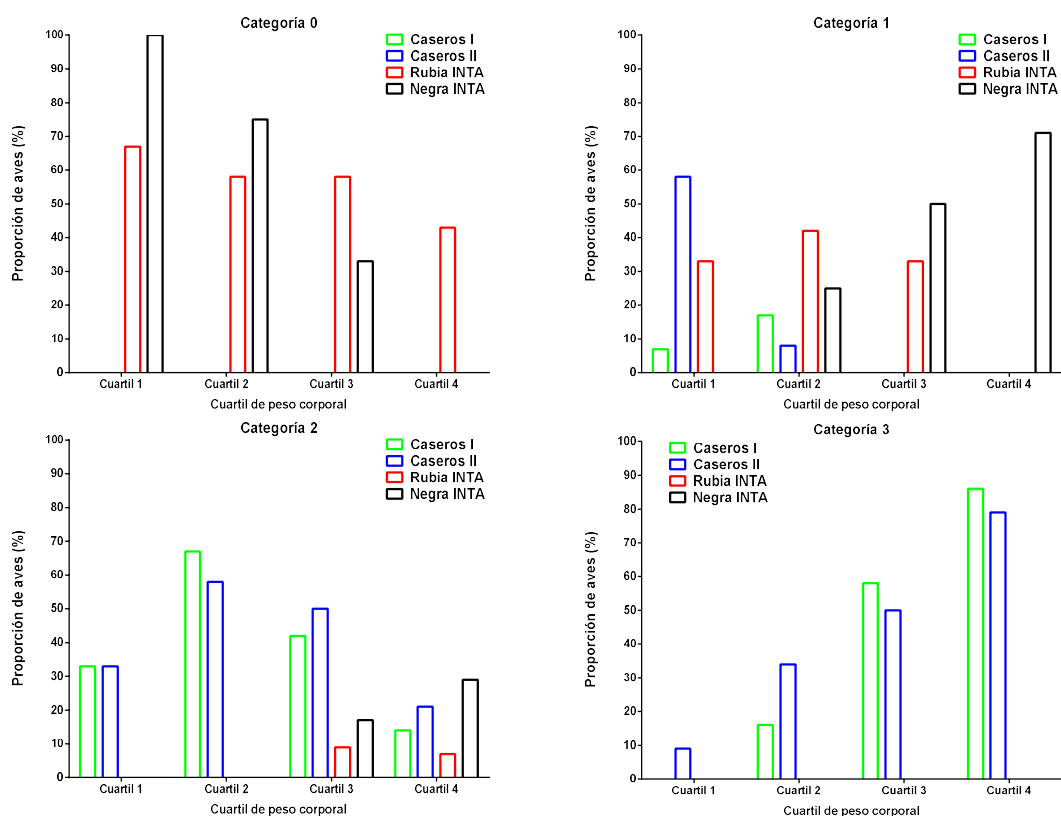


Figura N° 123 - Proporción de aves de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de reproductoras camperas con 50% de genes Cornish Blanco y dos poblaciones testigo, discriminadas por cuartil de peso corporal al finalizar el primer ciclo de postura, para cada categoría de condición corporal

11.4. Resumen global

La Tabla 51 resume en forma comparativa el comportamiento de los seis grupos genéticos experimentales. Dicho comportamiento se presenta esquemáticamente en la Figura 124.

Se observa la ausencia prácticamente total de aves de categoría 0, el predominio de aves de Categoría 2 en los cruzamientos simples, el de aves de Categoría 1 en el caso de los cruzamientos de tres vías y de Categoría 2 y 3 en los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples

Tabla N° 51 - Proporción de aves de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas, discriminadas por su condición corporal al finalizar su primer ciclo de postura				
Categoría de forma	Categoría			
	Categoría 0	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Casilda CP	0	24	58	18
Casilda CR	0	8	66	26
Casilda Doña Teresa	16	48	32	4
Casilda Don Manuel	8	44	30	18
Caseros I	0	20	38	42
Caseros II	0	16	40	44

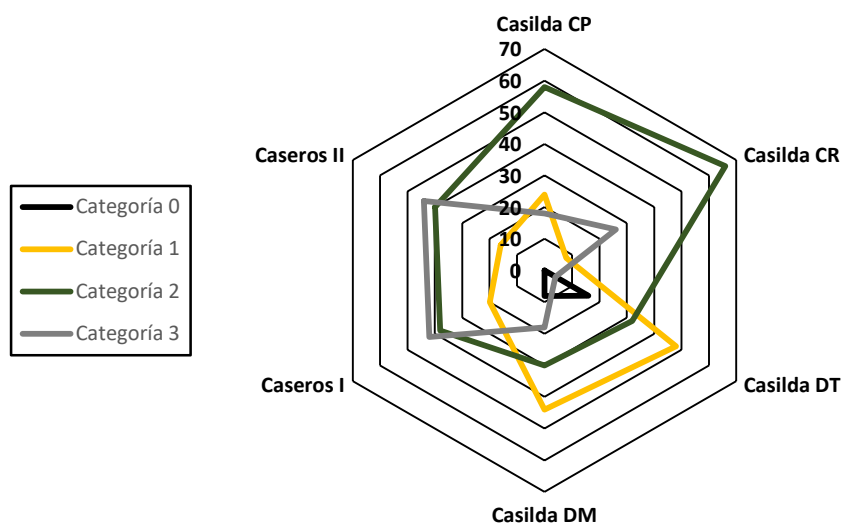


Figura N° 124 - Comportamiento global de seis cruzamientos experimentales de gallinas camperas respecto de su categorización por la condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura

DISCUSIÓN

La producción de huevos, al igual que ocurre con la de otros productos de origen animal de interés económico, es un carácter complejo y multifactorial en cuya expresión se combinan por un lado una base genética predominantemente cuantitativa y, por otro, un ambiente en el que se expresa esa multiplicidad de genes. En consecuencia, dicho carácter puede considerarse, en sí mismo, un fenotipo complejo. Se sabe que la base genética de este fenotipo resulta de la acción de un gran número de genes, estructurales y reguladores, involucrados en múltiples vías metabólicas de innumerables procesos bioquímicos los que, a su vez, controlan un amplio espectro de caracteres tanto anatómicos como fisiológicos (Fairfull y Gowe, 1990). De acuerdo con la ecuación básica de la genética cuantitativa, por tratarse de un fenotipo, además de los genes se debe tener en cuenta el aporte del ambiente. La idea básica de la avicultura industrial, en un modelo simplificado, establece que maximizando el potencial genético de la población y brindando a la misma un ambiente no limitante se logrará una plena expresión del fenotipo productivo. Sin embargo, este modelo dista mucho de representar la complejidad subyacente en los múltiples procesos vinculados con la salida biológica de un sistema productivo. La mera utilización del término sistema nos remite a un conjunto de elementos en interacción, elementos que, de acuerdo a las argumentaciones presentadas previamente, pertenecen a uno de dos grandes subsistemas: genotipo y ambiente. Dichos subsistemas están vinculados entre sí por complejos vínculos cuya identificación requiere especificar de qué genotipo se habla y a qué ambiente se hace referencia, a lo que se suman las correlaciones e interacciones entre ambos. Ello ha llevado a las grandes empresas proveedoras de aves a implementar estrategias de selección multi-ambiente ante la evidencia que estos fenotipos complejos son la expresión de diferentes procesos biológicos según el ambiente que se considere. Esta es la razón por la cual, poblaciones de alta productividad en ambientes diseñados para asegurar su pleno rendimiento, pueden no serlo en ambientes sub-óptimos (Avendaño, 2015).

En relación con los aspectos genéticos, Fairfull y Gowe (1990) remarcan que la modalidad elegida para expresar la salida del sistema, por ejemplo, la producción de huevos, determina qué parte del genoma estará en juego. Para clarificar esta cuestión mencionan los siguientes casos. Si el registro de la producción comienza con la puesta del primer huevo, posiblemente se obvie considerar parte de los genes que regulan la madurez sexual. Si, a los efectos de eficientizar los procesos selectivos, se trabaja con registros parciales que sólo incluyen la producción en la primera parte del ciclo de postura como estimador de la

producción total, probablemente se excluirán genes vinculados con la persistencia de la postura en tanto los mismos no se expresan en el momento en que se registra el carácter. Si la información analizada proviene exclusivamente del primer ciclo de postura, poco se indagará acerca de los genes vinculados con las particularidades de un segundo ciclo y viceversa.

En relación con los aspectos ambientales el panorama se presenta igualmente complicado. Una de las cuestiones a tener en cuenta es que a diferencia del genotipo que se define por lo que es -básicamente el arreglo particular de genes que posee un individuo y que ha recibido de sus progenitores- el ambiente se define por lo que no es, es decir, todo aquello que no es genético. Generalmente, cuando se habla del ambiente como factor asociado a la salida de un sistema productivo, se piensa en el ambiente climático (temperatura, humedad, fotoperíodo y sus interacciones), en el ambiente nutricional (tipo y proporción de nutrientes ofertados y su modificación en relación a los requerimientos particulares a lo largo del ciclo productivo, modalidad de alimentación: *ad libitum* o restringida, etc.), en la sanidad (plan de vacunaciones, medidas de bioseguridad), en el manejo (fecha de nacimiento y manejo lumínico). Si bien todas estas cuestiones están contenidas en la idea de ambiente, también es cierto que esta última las excede, afirmación que incluye un muy amplio rango de razones. Estas razones van desde el nivel molecular, en el que juega un papel trascendente el ambiente que el citoplasma (Li y col., 1998; Szwaczkowski, 2003) y el conjunto del genoma representa para la expresión de grupos particulares de genes, hasta el nivel poblacional con la presencia de las correlaciones e interacciones genotipo-ambiente (Sheridan, 1990; Mathur, 2003) ya mencionadas.

Habiendo clarificado, aunque más no sea someramente, la trascendencia de considerar la producción animal, cualquiera sea ésta, como un fenotipo complejo, se pueden plantear dos modalidades extremas de vínculo entre genotipo y ambiente como componentes determinantes de ese fenotipo.

La primera de dichas situaciones se asocia con los llamados sistemas intensivos. Como se mencionó, en este tipo de explotaciones la presión sobre el genotipo está focalizada en maximizar la productividad individual y, simultáneamente, diseñar una estrategia de control ambiental que posibilite la expresión de ese potencial. Este modelo tiene múltiples justificaciones. Una de ellas es la de asegurar la producción de grandes volúmenes de alimento, en espacios relativamente reducidos, no ligados a la tierra como soporte y a un costo accesible para una población demandante de proteína animal en permanente crecimiento. La

avicultura industrial especializada -tanto en producción de carne como en producción de huevos- es un claro ejemplo a este respecto dado que por razones biológicas –elevada eficiencia- como económicas –ciclo corto con rápido retorno de capital, particularmente en la primera de ellas- se presenta como particularmente apta para este tipo de sistema. También tiene sus inconvenientes vinculados tanto con las entradas del sistema (demanda de energía) como con sus salidas (contaminación ambiental) y también con los procesos biológicos que tienen lugar en la transformación de unas en otras (sanidad y otros aspectos del bienestar animal). Los genotipos generados para este tipo de sistemas presentan por lo general menos rusticidad por lo que se muestran más sensibles al efecto de factores estresantes de origen ambiental. Como este tipo de ambiente artificialmente diseñado y de sofisticación creciente puede recrearse en diferentes lugares del mundo, el tipo de animal que en él produce también puede ser distribuido a partir de grandes centros proveedores centralizados generando así una unidad genotipo-ambiente particular en constante ajuste. Al aumento de productividad individual le corresponde una modificación concomitante en el ambiente asociado que permita la expresión de ese genotipo -por ejemplo, aumento de velocidad de crecimiento de los pollos destinados a la producción de carne y diseño de raciones que modifican la composición de nutrientes entre la ofertada a la mañana y la ofertada por la tarde junto con instalaciones que mantengan temperatura, humedad y calidad de aire adecuado, entre otros factores- es decir, genotipos eficientes sólo en determinados ambientes.

La segunda situación se vincula con los sistemas extensivos o semi-intensivos en los que el ambiente, en particular pero no excluyentemente el climático, adquiere un rol fundamental y los genotipos productivos recreados se piensan para que sean capaces de expresar su potencial en ese medio limitante. Si bien estos sistemas se asocian con condiciones de escaso desarrollo, básicamente tecnológico, con dificultad de acceso a materias primas de calidad a costos razonables, etc. y, por ende, de baja productividad lo que limita su potencialidad como fuente de alimentos, presenta también ventajas en otros aspectos. Entre dichas ventajas cabe citar la baja inversión en instalaciones, la preservación de poblaciones autóctonas, el resguardo del bienestar animal al posibilitar que los animales desarrollen las conductas propias de su especie y el respeto al medio ambiente. En el caso de la avicultura, estos sistemas han dejado de ser patrimonio de países subdesarrollados que no cuentan con otro tipo de producción más sofisticado, o de regiones con limitantes de diferente tipo en países que, como el nuestro, cuentan con el modelo integrado propio de la avicultura

industrial, para transformarse en opciones en el marco de una producción orgánica o ecológica (Lampkin, 1997; Bassler, 2005; Crandall y col., 2009) desarrollada al amparo de un paradigma productivo diferente, más ligado a una nueva imagen social del alimento y a la seguridad alimentaria. En este apartado, y vinculado al concepto de seguridad alimentaria, cobra también relevancia la denominada avicultura de traspatio, un sistema caracterizado por la convivencia de personas y animales, que asegura la disponibilidad de proteína de alto valor biológico a vastos sectores de las poblaciones tanto rurales (Rodríguez Buenfil y col., 1996; Pampín Balado, 2003; Jerez Salas y col., 2009; Viveros Hernández y col., 2016) como periurbanas (Pescio y col., 2010) y que, en gran parte de los países latinoamericanos, al igual que en otros, complementa a la avicultura industrial (Juárez Caratachea y Ortiz Alvarado, 2001). Si bien, como se mencionó previamente, la alta demanda de proteína de origen animal para la alimentación humana a nivel mundial dio lugar al notable crecimiento de la producción avícola, lo que hizo necesario mejorar los índices productivos y los beneficios de la actividad (Fumero y col., 2010), no es ese el caso de la avicultura familiar o de traspatio en la cual la eficiencia no es evaluada sólo a través de la conversión de alimento en carne o en huevo en tanto en la misma entran en juego componentes sociales que exceden las meras consideraciones biológicas y económicas.

Según cálculos efectuados a principios de este siglo, la avicultura de traspatio representa hasta un 70% del total de la producción de huevos y carne en los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos (FAO, 2002). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) brinda apoyo a la Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar (RIDAF) entidad que promueve, entre otros aspectos, la utilización de razas de aves autóctonas y la seguridad alimentaria en zonas rurales de África, Asia y América Latina (Pampín Balado, 2003). En las zonas rurales económicamente marginales, la avicultura de traspatio constituye un elemento habitual de los sistemas agrícolas mixtos. En estas regiones existen algunos factores que deben ser tenidos en cuenta si se pretende que el potencial productivo existente contribuya a resolver los problemas alimentarios de la población. Entre estos aspectos, pueden mencionarse algunos de tipo socio-culturales, como favorecer adecuados procesos de integración, y otros de carácter técnico como la disponibilidad de pollitos de un día provenientes de una genética adaptada a las condiciones de producción comunes en dichos sistemas (Segura Correa y col., 2007).

Es en el marco de estas alternativas al sistema productivo integrado vigente a nivel industrial que debe pensarse la producción de un tipo particular de ave, que conserve en mayor grado la rusticidad propia de sus ancestros silvestres, que exprese una velocidad de crecimiento que, si bien compatible con su condición de especie productiva, no comprometa su propia subsistencia y capacidad reproductiva y que, en el contexto de una población mundial con acceso limitado al alimento recupere, de ser económicamente posible, la condición inicial doble propósito de las poblaciones previas al proceso de especialización en carne y huevos.

Durante los últimos 30 años, con la intención de cubrir estos aspectos, perdiendo parte de la productividad en aras de rescatar y asignar valor a otros aspectos no considerados por el modelo intensivo pero que brindan adaptación a un sistema semi-extensivo, el INTA, viene desarrollando diferentes poblaciones de aves, que llevaron a la producción del pollo Campero, similar al “Label Rouge” francés y al “free range” inglés (Azcona y col., 2008) y al pollo campero cubano (Godínez y col., 2006; 2011) por una parte y de las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA por otra, respetando la especialización en producción de carne y en producción de huevos, respectivamente, pero con aves de mayor rusticidad y menor velocidad de crecimiento (Bonino, 1997; Bonino y Canet, 1999).

Estas características han sido rescatadas por programas de seguridad alimentaria como Prohuerta, que tiene como finalidad propender a que sus integrantes accedan a una alimentación nutritiva y saludable, con la autoproducción de alimentos -hortalizas y aves de corral- como meta, impulsando la comercialización de eventuales excedentes en ferias de la economía regional o emprendimientos productivos, promoviendo el desarrollo local.

La idea que subyace en los ensayos aquí presentados es poner a prueba la hipótesis de si la producción de machos camperos destinados a la producción de carne derivados de cruzamientos entre estirpes de razas pesadas y semipesadas (Dottavio, 2017) es compatible con la idea de destinar las hembras a la producción de huevos o bien si, por el contrario, la especialización sigue siendo un requisito a respetar y resulta más conveniente destinar a faena tanto los machos como las hembras derivados de tales cruzamientos y producir huevos a partir de las ponedoras autosexantes, aún con el costo implícito de sacrificar los machos producidos al no responder los mismos a las condiciones mínimas requeribles a un pollo de carne.

Esta especialización en líneas destinadas a la producción de carne y líneas destinadas a la producción de huevos, habitual en la avicultura industrial actual, presenta un fuerte

fundamento biológico dado por la incompatibilidad genética entre los caracteres reproductivos en los que se basan las poblaciones de gallinas de puesta y los caracteres de crecimiento enfatizados en los pollos para engorde (Siegel, 1962; Chambers, 1990; Kerr y col., 2001). El rápido y eficiente crecimiento logrado por selección artificial supone el sacrificio de aves inmaduras y esa inmadurez de la progenie requiere, como consecuencia de la correlación negativa entre tasa de maduración para peso corporal y peso corporal asintótico, poblaciones parentales de elevado peso maduro. Como consecuencia, las estirpes de las razas pesadas utilizadas en los cruzamientos que originan el pollo parrillero comercial deben ser sometidas a manejos nutricionales estrictos con el fin de controlar el peso corporal de las reproductoras. A su vez, la utilización de híbridos simples como madre del producto final a comercializar –cruzamientos de tres vías- o como madre y padre, en el caso de los cruzamientos recíprocos, persigue hacer uso de respuestas heteróticas sobre caracteres reproductivos de base genética predominantemente no aditiva dada su evidente relación con la aptitud biológica de la especie (Hartmann, 1989).

En esta tesis se evaluó el comportamiento en términos de caracteres reproductivos y productivos de las hembras pertenecientes a seis genotipos generados para la producción de carne y potencialmente útiles como gallinas ponedoras en sistemas semi-extensivos, mientras que la evaluación de los machos contemporáneos fue tema de otra tesis doctoral del mismo grupo de trabajo (Dottavio, 2017). Dichos genotipos incluyeron dos cruzamientos simples con 50% de genes Cornish Blanco y 50% de genes Plymouth Rock Barrado (Casilda CP) o bien Rhode Island Red (Casilda CR) pensados originalmente como proveedores de hembras reproductoras para la producción de los cruzamientos de tres vías Casilda Doña Teresa y Casilda Don Manuel, ambos con 25% de genes Cornish Blanco, pero utilizados también para dar lugar, mediante su cruzamiento recíproco, a dos poblaciones con 50% de genes Cornish y el 50% restante aportado, en partes iguales, por las razas semipesadas Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Red.

Retomado la idea inicial de visualizar a la producción animal en general, y a la producción de huevos en particular como fenotipos complejos, la caracterización planteada incluyó la sumatoria de varios caracteres relevados en las poblaciones experimentales desde el nacimiento hasta el momento de su descarte al finalizar el ciclo productivo.

Dado que tanto la vida reproductiva como productiva de las gallinas comienza cuando las mismas alcanzan la madurez sexual, hecho que se evidencia a partir de la puesta de su

primer huevo, la caracterización incluyó, en primer término, el estudio de una serie de indicadores de los caracteres productivos evaluados en ese momento. Si bien puede argumentarse que la consideración de estos caracteres presenta menor trascendencia en el caso de aves doble propósito en las que la manifestación de la incompatibilidad genética antes mencionada representa un costo a pagar frente a la decisión de aunar en la misma población ambas producciones -hembras destinadas a producción de huevos y machos destinados a la producción de carne- los mismos deben ser considerados a los efectos de tomar precauciones destinadas al menos a prevenir su deterioro.

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 en ese momento, harán uso de sus reservas corporales afectando la postura (North, 1993). Además de su importancia como indicador de la condición corporal del ave, el peso corporal también adquiere trascendencia por su asociación positiva con el peso del huevo y negativa con la relación de conversión por su vinculación con los costos de mantenimiento (Hunton, 1990). Otra cuestión a considerar es la edad a la cual las gallinas ponen su primer huevo. A los fines de impedir que las pollas rompan postura muy tempranamente, hecho asociado con riesgos de prolapso, la edad a la puesta del primer huevo puede ser controlada manipulando el medio ambiente mediante la implementación de programas particulares de luz y alimentación. Pese a este probado vínculo con condiciones ambientales específicas, este carácter presenta también una evidente base genética como lo demuestra la asociación significativa descrita por Chatterjee y col. (2008) entre cuatro microsatélites ubicados en los cromosomas 1, 2 y 5 y la edad a la puesta del primer huevo en cruzamientos experimentales de gallinas ponedoras. Por último, dado que la mayoría de las pollas ponen su primer huevo en un día determinado, fallan al día siguiente, luego ponen 3 o 4 huevos en el resto de la semana y, posteriormente, cada ave comienza a producir en forma más o menos acelerada y casi continua en las 2 o 3 semanas siguientes iniciando luego un suave declive en su producción semanal, es de importancia disponer de una variable que permita caracterizar la continuidad de la postura una vez iniciada la misma. El número de días empleado por cada polla para poner los 10 primeros huevos puede ser considerado un descriptor válido del carácter mencionado (Dottavio y col., 1989; 1993; Canet y col., 1995; Pire y col., 1996; Cámpora y col., 1999).

En el caso de los cruzamientos simples, el análisis tomó en consideración que se trataba de genotipos a utilizar como reproductores, por lo cual los testigos contemporáneos fueron los genotipos maternos de las ponedoras autosexantes Rubia INTA (Rhode Island Blanca) y Negra INTA (Plymouth Rock Barrada). Cuando se analiza la madurez sexual de estas aves, se busca precocidad acompañada de un tamaño adecuado del huevo y de regularidad en la oviposición en tanto la conjunción de estas tres características maximiza la producción potencial de huevos fértiles y el tamaño del pollito BB y disminuye los costos por unidad. Como era de esperar, la incorporación de genes Cornish Blanco produjo un aumento significativo del peso corporal de las aves a la puesta del primer huevo –los cruzamientos simples fueron, en promedio, 57% más pesados que las estirpes semi-pesadas de referencia, lo que se tradujo en un mayor peso tanto del primero como de los diez primeros huevos que fueron, en promedio, un 19% más pesados en Casilda CP y Casilda CR. Los efectos sobre la edad a la puesta del primer huevo -indicador de precocidad en la postura- puso en evidencia la existencia de un efecto materno en tanto los grupos con madre Plymouth Rock Barrado fueron menos precoces que aquellos con genotipo materno Rhode Island -colorado o blanco- y requirieron, en promedio, 10 días adicionales para romper postura. Segura Correa y col (2007) evaluaron indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México e informaron un valor promedio de 154 días a la madurez sexual. Fundora y Valdivie (1989), por su parte, evaluaron los efectos de dos genes mayores propios de algunas poblaciones de aves -el gen del enanismo (dw) y el gen cuello desnudo (Na)- en gallinas a piso, en Cuba, e informaron un valor de 144 días para la edad de inicio de la postura de las gallinas cuello desnudo. Los estudios realizados por Juárez Caratachea y Ochoa (1995) con gallinas criollas de cuello desnudo mostraron valores muy dispersos, con una edad promedio a la madurez sexual de 184 días y un rango de 162 a 210 días coincidente con la gran variabilidad en el peso de las aves que osciló entre los 1180 y los 2280g con un promedio cercano a los 1700g. En el caso de los cruzamientos experimentales, el mayor peso del primer huevo puesto por Casilda CP en comparación con Casilda CR parecería estar asociado con su mayor edad en tanto, aún sin alcanzar significado estadístico, la combinación con madre Plymouth Rock Barrada fue, en promedio, algo más liviana que la combinación con madre Rhode Island Red. Dicha diferencia se diluye al considerar el peso de los 10 primeros huevos. Tal asociación no se hizo evidente en el caso de las dos estirpes utilizadas como testigos en tanto las mismas no difirieron en el peso corporal al inicio de la postura y Rhode Island Blanca -que fue más

precoz- puso un huevo ligeramente más pesado y conservó esa diferencia al considerar el peso de los diez primeros huevos, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ambos caracteres. Si bien se considera que la madurez sexual es un proceso dependiente de la edad y el peso corporal (Brody y col., 1984), estos resultados indican que dicha relación no es simple, hecho posiblemente asociado a la intervención de otras cuestiones que también se han vinculado con el inicio de la actividad reproductiva de la gallina tales como el contenido de grasa corporal (Bornstein y col., 1984) o el contenido del cuerpo libre de grasa o tejido magro (Soller y col., 1984), o el manejo de la alimentación (Katanbaf y col.; 1989). Con respecto al número de días requeridos para poner los diez primeros huevos -indicador de regularidad en el inicio de la postura- se observó en los cruzamientos alternativos Casilda CP y Casilda CR, y particularmente en este último, un comportamiento más irregular. Canet y col. (1995) observaron una pérdida similar de regularidad en el inicio de la postura al comparar el comportamiento del mismo indicador en la generación F7 de una población sintética derivada del cruzamiento Leghorn x Rhode Island Red con el de un híbrido comercial. Evidentemente, la incorporación de genes de una raza tradicionalmente utilizada en la producción de aves para carne afecta negativamente aspectos fisiológicos directamente vinculados con la reproducción como es la regularidad en la ovulación y la consiguiente oviposición. Los resultados indican que si se pretende utilizar pollas híbridas con genes Cornish Blanco como genotipo paterno de un potencial híbrido de tres vías de doble propósito, tal decisión deberá ir acompañada de un control ambiental del peso corporal basado en la restricción del alimento ofertado, tal como ocurre en el caso de las reproductoras pesadas, en las que se busca retrasar el inicio de la postura y que, a su vez, las hembras lleguen a ese momento con un adecuado peso y conformación corporal, para obtener mejores parámetros reproductivos.

Los cruzamientos de tres vías presentaron mayor peso promedio que las ponedoras autosexantes al inicio de la postura, observación atribuible al 25% de genes Cornish Blanco, sin diferencias en precocidad entre los cuatro grupos genéticos, poniendo nuevamente en evidencia lo particular de la relación entre la edad y el peso de las aves y el inicio de su vida reproductiva. Pese al mayor peso corporal y la similar edad al comienzo de la puesta, los grupos experimentales no presentaron un mayor peso del primer huevo ni de los 10 primeros huevos. De hecho, la combinación con padre Plymouth Rock Barrado -Casilda Don Manuel- presentó valores similares de ambos caracteres que las ponedoras autosexantes, mientras que la combinación con padre Rhode Island Red -Casilda Doña Teresa- mostró menores valores

promedio para los dos caracteres. Tanto Casilda Don Manuel como Casilda Doña Teresa presentaron menor regularidad en su postura inicial. Las interacciones génicas derivadas de las combinaciones de alelos aportados por las diferentes razas involucrados en los cruzamientos fueron más importantes que los aportes particulares de cada una de ellas. Si bien Casilda DT, Rubia INTA y Negra INTA presentan un 50% de genes Rhode Island Red, aportados en los tres casos en su totalidad por vía paterna, el comportamiento de los caracteres a la madurez sexual fue muy similar en las dos últimos grupos y mostró un deterioro en la combinación con madre CP, pese a que dicho híbrido simple es el que presenta mayor peso tanto del primero como de los diez primeros huevos. Las combinaciones con 50% de genes Plymouth Rock Barrado –Casilda Don Manuel y Negra INTA- mostraron, a excepción de la regularidad en el inicio de la postura, un comportamiento muy similar pese a que en el primer caso dichos alelos son de origen paterno y en el segundo lo son de origen materno. Casilda Don Manuel en comparación con su contemporáneo Casilda Doña Teresa, muestra mejores valores productivos en todos los caracteres evaluados en tanto es, en promedio, algo más precoz, tiene un peso corporal ligeramente menor y más uniforme, como lo pone en evidencia el menor valor del error estándar del carácter, presenta mayor peso tanto del primero como de los diez primeros huevos y un inicio de postura algo más regular al mismo tiempo que, a excepción de la regularidad y de su peso lógicamente mayor, no presenta diferencias productivas con Negra INTA. Si restringimos el análisis global a estos caracteres en particular, este genotipo respondería a lo esperado en hembras doble propósito, en tanto una vez finalizado su ciclo de producción permitiría disponer de ejemplares con un peso corporal más que aceptable como aves de refugio, pese a la restricción a la que igualmente hay que someterlo porque, de lo contrario, su peso corporal aumentaría más allá de lo aceptable para una producción de huevos sin inconvenientes, es decir sin los prolapsos o puestas abdominales comunes en hembras muy pesadas.

Por último, al considerar el comportamiento de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, a diferencia de lo mencionado por diferentes autores (Brody y col., 1984; Mateos, 1998) respecto a que el peso del huevo está en relación al peso corporal y a la edad de las gallinas, Caseros I y II, iniciaron la postura a la misma edad que las ponedoras contemporáneas utilizadas como testigos, a pesar de tener una marcada diferencia en el peso corporal producto del 50% de genes de la raza pesada Cornish Blanca. El peso del primer huevo y de los diez primeros huevos fue marcadamente mayor en Caseros II poniendo en

evidencia efectos maternos para dichos caracteres. Este tipo de efectos por lo general suelen ser importantes en el caso de las gallinas en tanto el cromosoma sexual Z es de gran tamaño y porta numerosos genes, pudiendo incluso superar en magnitud a los efectos heteróticos en el caso de cruzamientos recíprocos (Fairfull, 1990). Si se compara el peso promedio del huevo de las gallinas ponedoras de alta producción (Hy Line 2016), a la edad a la que rompieron postura las poblaciones evaluadas, las aves comerciales presentan mayor valor del carácter que todos los cruzamientos experimentales a excepción de Caseros II con valores del peso del primero y de los 10 primeros huevos dentro del rango de pesos esperados para las aves de referencia a las 25 semanas de edad.

Si bien el análisis univariado resultó de utilidad para comparar los valores de los diferentes indicadores relevados en cada modalidad de cruzamiento con sus respectivos testigos, el enfoque multivariado, al considerar a todos los indicadores en forma conjunta, brindó la posibilidad de caracterizar más globalmente las connotaciones productivas del proceso de la madurez sexual, a la vez que posibilitó explorar los puntos en común y las discrepancias que presentan los genotipos experimentales en estudio. A este respecto, el análisis de componentes principales permitió identificar tres componentes, cada una de ellas asociada –acorde a los valores de las correlaciones bivariadas entre caracteres- a una categoría de indicador: la primera con el peso (corporal y del huevo), la segunda con la edad y la tercera con la uniformidad. El peso, tanto el peso corporal como el peso del huevo, dos caracteres positivamente correlacionados en la gallina (Siegel, 1962; Festing y Nordskog, 1967; Di Masso y col., 1998) explicó la mayor proporción de la variancia observada. Los coeficientes de las tres variables que contribuyen mayoritariamente a esta componente presentan signo negativo de manera tal que a mayor valor de la misma corresponden aves más livianas que ponen huevos más livianos. De acuerdo con ello, y considerando los valores promedio de los diferentes caracteres, se identificaron tres agrupamientos coincidentes con los grupos evaluados ubicándose los cruzamientos recíprocos a la izquierda del gráfico (mayor peso corporal, mayor peso del huevo), los cruzamientos de tres vías -con menor proporción de genes Cornish Blanco- a la derecha del mismo (menor peso corporal y del huevo) y los cruzamientos simples, entre ambos. Con respecto a la segunda componente principal, el signo negativo del coeficiente que pondera a la variable edad indica que los mayores valores de la componente corresponden a las aves más precoces de manera tal que los cruzamientos simples se ubican en la porción superior del gráfico, los cruzamientos de tres vías en la zona

intermedia y los cruzamientos recíprocos en la porción inferior. Por último, el signo positivo del coeficiente correspondiente al número de días requeridos para completar la puesta de la primera decena de huevos en el caso de la tercera componente principal indica que los mayores valores de dicha componente corresponden a aves con posturas iniciales de menor regularidad (Casilda CR en el caso de los cruzamientos simples, Casilda DT en el caso de los cruzamientos de tres vías y Caseros I al considerar a los cruzamientos recíprocos). Dado que la técnica asegura la independencia entre las componentes identificadas puede especularse que estos tres aspectos de la caracterización global de la madurez sexual representan fuentes de variancia al menos parcialmente independientes lo que posibilitaría ejercer presión de selección sobre cada una de ellas por separado. Sin embargo, estas diferencias no fueron de una magnitud biológica tal como para establecer una distinción interpoblacional nítida, hecho confirmado por los resultados del análisis discriminante que no mostró una clara diferenciación entre los grupos con aproximadamente un 47% (70/150) de las aves clasificadas erróneamente y evidenciado al esquematizar el comportamiento conjunto de los cinco caracteres en los seis grupos en un gráfico araña en el que es evidente la existencia en el mismo de un área central libre con el consiguiente agrupamiento de las líneas en la periferia. El mismo deja en claro que Caseros II mostró el mayor peso corporal y la menor precocidad a la madurez sexual, ambas características asociadas a un mayor peso tanto del primero como de los diez primeros huevos y la menor regularidad en la postura.

Como se mencionó en reiteradas oportunidades, la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción condujo a la necesidad de generar líneas de aves reproductoras especializadas para producción de carne o huevos. Con este fundamento biológico y con el objetivo de superar las limitaciones impuestas por dicha relación, la avicultura industrial del parrillero actual somete a las estirpes de reproductoras pesadas a manejos nutricionales estrictos con el fin de controlar su peso corporal. Los elevados pesos corporales a la puesta del primer huevo evidentes en el caso de los diferentes grupos experimentales -y particularmente en el caso de las combinaciones con 50% de genes de origen Cornish Blanco- son el producto de una disminución de la intensidad de la restricción derivada de la observación de picaje en los lotes a piso los que de acuerdo con un manejo asociado a la preservación del bienestar animal no habían sido despicados. Si bien los caracteres productivos a la madurez sexual se controlaron en aves alojadas individualmente en jaulas de postura, las mismas se mantuvieron con el mismo manejo –aporte de nutrientes- que sus contemporáneas a piso.

El segundo aspecto caracterizado fue el patrón dinámico del peso corporal. Este carácter, al igual que su uniformidad, principalmente en las etapas de cría y recría de las gallinas, presenta gran impacto en el futuro desempeño productivo de las mismas. A este respecto es importante tomar en consideración que el objetivo final de estas aves es la postura, que una vez que las mismas alcanzan la madurez sexual, dando inicio a la etapa productiva de su ciclo, todas las decisiones posteriores deben centrarse en maximizar la producción de huevos y que, en el caso de los cruzamientos evaluados en este trabajo, esa producción persigue finalidades diferentes. Mientras que los huevos producidos por las gallinas de los cruzamientos simples están destinados a ser incubados, los de las hembras de los cruzamientos de tres vías como así también aquellos provenientes de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, tienen como destino final el consumo. Dada esta circunstancia, el análisis del peso corporal separado del comportamiento como aves de postura pierde relevancia, salvo en cuestiones relacionadas con su aptitud carnífera al final del ciclo productivo.

El peso corporal que caracteriza y diferencia a las aves destinadas a la producción de carne de aquellas destinadas a la producción de huevos es el resultado de programas de mejoramiento genético con objetivos particulares y separados para unas y otras, como consecuencia de las correlaciones fenotípicas y genéticas de signo negativo ya mencionadas entre estos caracteres complejos: por un lado un tipo de aves livianas seleccionadas mediante criterios que buscan maximizar la producción de huevos y, por otro, las llamadas líneas pesadas, destinadas a ser utilizadas en cruzamientos buscando que su progenie maximice la velocidad de crecimiento y 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 las segundas no sólo afectó la forma de la curva de crecimiento en la dirección esperada sino que también, y como consecuencia del signo de las correlaciones antes mencionadas, deterioró su comportamiento reproductivo (Chambers, 1990; Robinson y col., 1993; Siegel y col., 1997; Barbato, 1999; Kerr y col., 2001; Decuyper y col., 2003).

Teniendo en cuenta que el objetivo original de los cruzamientos evaluados en este trabajo era producir aves que satisficieran los requisitos establecidos en el protocolo de producción de pollos camperos a partir de apareamientos alternativos al originalmente utilizado para generar el denominado Campero INTA y que, además, incluyeran las estirpes de aves semipesadas disponibles en el núcleo genético de la Sección Avicultura de INTA

Pergamino, se hizo necesario introducir en el producto final genes de una raza pesada que le confiriera a este último mayor velocidad de crecimiento a la vez que contribuyera a que el mismo presentara una mejor conformación desde el punto de vista carnicero. Con esa finalidad los cruzamientos simples evaluados en primer término incluyeron como progenitor masculino a reproductores de la raza Cornish Blanco. Paralelamente, las hembras de estos cruzamientos simples debían tener un desempeño compatible con su condición de madres de un cruzamiento de tres vías de doble propósito cuyos machos estarían destinados a la producción de carne y las hembras a la producción de huevos. La incorporación de genes Cornish generó reproductoras con tendencia a la obesidad, lo que obligó a pensar en programas de restricción alimenticia para lograr los objetivos reproductivos deseados (Brake, 1999). Si bien la estrategia de restricción alimenticia está destinada a evitar un aumento de peso y grasa corporal de las aves, incompatible con su función como reproductora, la misma debe, paralelamente, satisfacer la demanda de nutrientes de manera tal de asegurar un buen desarrollo del aparato reproductor –ovario y oviducto- que asegure la producción de huevos, a la vez que una buena calidad de éstos que permita lograr altos porcentajes de fertilidad y viabilidad del embrión (Piquer, 2001). Existen, en tal sentido, diferentes estrategias de restricción alimenticia, principalmente durante la cría y recría de las pollas los cuales, combinadas con una correcta fotoestimulación, posibilitan que estas futuras reproductoras alcancen la madurez sexual con un peso y una conformación corporal ideal. Uno de los inconvenientes a superar en este sentido es que la implementación de una estrategia de restricción eficiente requiere conocer la dinámica de crecimiento y producción de la población a restringir, una información no disponible de antemano en el caso de los cruzamientos experimentales evaluados.

Respetando la condición dinámica del peso corporal, su comportamiento se estudió con un enfoque de similar naturaleza ajustando los datos longitudinales peso-edad con el modelo sigmoideo de Gompertz ampliamente utilizado en trabajos de caracterización del patrón de crecimiento en avicultura tanto en poblaciones mejoradas (Grossman y Bohren 1982; Dottavio y col., 1994; Knizetova y col., 1995; Mignon-Grasteau y col., 1999; Mohammed, 2015) como en razas autóctonas (Norris y col., 2007; Miguel y col., 2009). Este modelo mostró un muy buen ajuste de los valores experimentales a juzgar por el cumplimiento de los criterios establecidos para evaluarlo. Rigonatto (2014) obtuvo también un buen ajuste de los datos peso corporal-edad de dos genotipos de aves camperas utilizando

el modelo logístico, al igual que Dottavio y col. (1994) trabajando con ponedoras livianas y semipesadas de las razas White Leghorn y Rhode Island Red, respectivamente, lo que apoya la opinión de Grossman y Bohren (1982) que luego de comparar diferentes funciones - polinomial, exponencial, logística, Gompertz y von Bertalanffy- concluyeron que no existía razón alguna *a priori* acerca de cuál de ellas es la más indicada para el ajuste de datos de crecimiento en aves sino más bien que, dado un conjunto de condiciones, alguna de ellas puede describir mejor que las otras el fenómeno analizado. La decisión de incorporar genes de una raza pesada buscando mejorar la velocidad de crecimiento y la conformación carnicera de la progenie presentó evidentes efectos sobre el carácter analizado. Al comparar los seis genotipos evaluados en términos de los estimadores de los parámetros de sus curvas teóricas de crecimiento se observó, para los tres tipos de cruzamientos, un mayor peso corporal de los mismos respecto de sus respectivos controles contemporáneos, con valores promedio 45%, 34% y 41% superiores en los híbridos simples, de tres vías y recíprocos, respectivamente, en concordancia con la proporción de genes Cornish Blanco (50%, 25% y 50%) de los mismos y con particularidades propias en cada caso. Los parámetros de peso corporal asintótico y tasa de maduración para el peso corporal definen la forma de la curva de crecimiento y se presentan habitualmente asociados en forma negativa (Fitzhugh, 1976) de manera tal que aquellos genotipos con mayor peso maduro crecen hacia dicho peso con menor velocidad relativa que aquellos de menor peso adulto por lo que, si se los compara a la misma edad cronológica durante la etapa de crecimiento, los primeros habrán recorrido una proporción menor que los segundos de su camino hacia el tamaño asintótico. Esta asociación –peso corporal asintótico/tasa de maduración para peso corporal- mostró particularidades, al menos a nivel fenotípico, en los diferentes cruzamientos experimentales. Casilda CP y Casilda CR presentaron diferencias estadísticamente significativas en el valor de sus asíntotas mientras que la comparación de sus tasas de maduración resultó estadísticamente no significativa, a la vez que su mayor peso asintótico respecto de las poblaciones testigo no estuvo acompañado de una menor tasa de maduración sino de un mayor valor de los estimadores de dicho parámetro. Casilda DT y Casilda DM presentaron patrones dinámicos de modificación del peso corporal prácticamente coincidentes sin diferenciarse entre sí en los valores promedio de los estimadores de ninguno de los dos parámetros al igual que Caseros I y Caseros II, si bien este último tendió a ser más maduro que su recíproco, mientras que al considerar a los dos genotipos de referencia –comunes en ambos casos- los mismos no difirieron en sus tasas de

maduración pero Negra INTA presentó mayor peso asintótico que Rubia INTA. Estas observaciones corroborarían la existencia de una base genética al menos parcialmente independiente para el tamaño asintótico y la tasa de maduración para peso corporal, resultado coincidente con estudios llevados a cabo en poblaciones sintéticas maternas de pollo campero (Canet y col., 2011) como así también con trabajos previos realizados con gallinas ponedoras (Dottavio y col., 2003).

Si se repara en la dinámica del peso corporal de los seis genotipos experimentales a lo largo de las 50 semanas de control, se observa que la mayor diferencia entre ellos radica en su tasa de maduración, hecho particularmente evidente en el caso de los cruzamientos de tres vías como lo pone de manifiesto el análisis descriptivo de las curvas de madurez. En este último puede visualizarse claramente el comportamiento diferencial de los cruzamientos experimentales en función de la proporción de genes Cornish Blanco, con mayor madurez para el carácter en los dos cruzamientos simples y en los cruzamientos recíprocos entre ambos, todos ellos con 50% de genes de la raza pesada mencionada y la menor madurez de los cruzamientos de tres vías con 25% de genes de ese origen lo que se traduce en su menor peso corporal, diferencia que se hace más evidente para el período comprendido entre las 8 y las 25 semanas de vida. Más allá de las diferencias ya consideradas, las curvas de crecimiento peso corporal-edad cronológica siguen el recorrido esperado para una reproductora pesada restringida durante la etapa de recría. Estos resultados son similares a los publicados por Mota Vázquez (2014) y a los difundidos por las empresas comerciales en sus manuales de manejo de reproductoras pesadas (Cobb, 2014; Aviagen, 2015), en el caso de Casilda CP y Casilda CR con pesos cercanos a los 2800-3000g a las 24 semanas de edad, y pesos algo menores para los cuatro cruzamientos experimentales restantes, donde el manejo está focalizado en lograr que un ave que fue seleccionada para producir carne se transforme en una ponedora eficiente. A este respecto se ha establecido que durante la recría de una futura reproductora existen dos etapas de suma importancia para su futuro comportamiento reproductivo. La primera de ellas, abarca el lapso comprendido entre las 6 y las 12 semanas de edad, momento en el que el ave genera sus componentes estructurales (músculos, huesos, plumas). Esta etapa es la de mayor crecimiento y cualquier inconveniente durante este periodo afecta cuantitativa -cantidad de huevos- o cualitativamente -calidad de la cáscara- la producción de huevos y, por ende, repercute en la cantidad y calidad de los pollitos. El segundo período se presenta a partir de la 15ª semana, en el que se da un crecimiento acelerado, con ganancia de peso corporal, dado

que es el momento en que se desarrollan los órganos reproductores y se expresan las hormonas sexuales (Aviagen, 2010). Estas etapas son difíciles de manejar si tiene en cuenta que una hembra de un lote comercial de pollo de engorde, pesa alrededor de 2100 gramos a los 42 días de edad, mientras el peso buscado para su madre, a la misma edad, es de 720 gramos. Esta cuestión remarca la necesidad ya mencionada de definir manejos particulares de la restricción de alimento aplicados a estos genotipos de manera tal de establecer cuál es la estrategia de alimentación más adecuada en función de su ímpetu propio de crecimiento y de su comportamiento productivo. En relación a esta cuestión Canet y col. (2012) analizaron el efecto de la restricción alimenticia sobre el peso corporal de reproductoras de diferentes poblaciones sintéticas utilizadas como genotipos maternos en la producción de pollos camperos y concluyeron acerca de la necesidad de introducir modificaciones en el plan de restricción establecido 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 en cada una de ellas. Además del logro de ese peso preestablecido, ese programa de restricción debe garantizar durante la fase de recría un consumo mínimo de energía y proteína para lograr buenos resultados reproductivos posteriores (Pletsch y col.; 2009), en tanto el crecimiento controlado de las reproductoras para que alcancen el peso corporal y la conformación deseable, asegurará para las mismas un buen desarrollo hasta la madurez sexual seguido de un periodo de postura exitoso lo que contribuirá al logro de mejores resultados productivos como resultado de un buen inicio de la postura, una alta producción con buena persistencia, huevos de mayor peso durante todo el ciclo de producción y disminución de problemas asociados a la calidad de la cáscara de particular trascendencia en el caso de los huevos destinados a la incubación, pero de evidente importancia también en la producción de huevos para consumo.

Un segundo aspecto a considerar en relación con el peso corporal es la uniformidad de los lotes. La variabilidad fenotípica observable en cualquier población animal depende tanto de factores genéticos como ambientales. Los aspectos genéticos hacen referencia al tipo de población utilizada con fines productivos mientras que los aspectos ambientales incluyen fundamentalmente el manejo, la nutrición y la sanidad a los que se suman aspectos etológicos tales como la dominancia social (Tindell y Craig, 1959; Mtileni, 2007). Un adecuado estado

corporal sumado a una buena uniformidad en peso a lo largo del período de recría influyen de manera determinante en los resultados productivos y económicos del lote de futuras reproductoras (Frikha y col., 2009). Es por ello que, en la avicultura moderna, uno de los objetivos del manejo de un lote de aves ponedoras es lograr que el mismo no solo reproduzca el patrón de crecimiento promedio de su estirpe sino que, además, lo haga con la menor dispersión posible de manera tal de alcanzar el máximo nivel de uniformidad al momento de la fotoestimulación. Sin embargo, alcanzar la uniformidad teniendo en cuenta el rendimiento potencial de cada ave, su expresión individual y colectiva y la tendencia biológica hacia la heterogeneidad no es tarea fácil (Sorza, 2005) y, en la actualidad, se observan resultados reproductivos disímiles entre los reproductores pesados mantenidos en iguales condiciones, lo que plantea la necesidad de adecuar las normas de manejo para lograr máxima eficiencia en cada caso.

Las diferencias en peso corporal de las aves inmaduras se traducen posteriormente en diferencias a nivel productivo (Leeson y Summers, 1987). La mejora de la uniformidad inicial supone una mejora en un 5% de la uniformidad general del lote y un mayor número de huevos por ave al final del ciclo de producción (Abbas y col., 2010; Abad y Sarabia, 2014), en tanto que la uniformidad fenotípica del lote en términos de tamaño corporal al final de la recría ha sido propuesta como un indicador del desarrollo normal de las aves. En busca de una mejor uniformidad se han ensayado estrategias de manejo como la separación de las aves en lotes de similar uniformidad y la modificación del contenido proteico de la ración de cada categoría (Petitte y col., 1981). Como ventajas de dicha uniformidad se han mencionado una mayor facilidad en el manejo general (programa de iluminación, plan de vacunaciones, cambios de alimento), la simultaneidad en la presentación de la madurez sexual; una menor proporción de descartes, menor mortalidad, mejoras en el peso de los huevos, en la persistencia de la postura y en el valor del pico de máxima producción así como en los valores de huevo/ave alojada, huevo/ave/promedio y conversión de alimento en aves de postura (García y col., 2002) y de pollitos/hembra alojada en el caso de reproductoras (Abbas y col., 2010). Por su parte, Petite y col. (1982) no observaron un efecto significativo de la uniformidad del lote a las 20 semanas de edad sobre la producción acumulada de huevos, el peso del huevo, la fertilidad ni la mortalidad, en gallinas reproductoras, hecho posiblemente asociado a que las diferencias entre los tratamientos analizados (80% y 89% de uniformidad) no fueron tan extremas como las

ensayadas por Abbas y col. (2010) con valores de uniformidad que oscilaron entre el 55% y el 80%.

Para el análisis de la uniformidad se utilizaron tres criterios habitualmente empleados para hacer operativa la variable. Las razones que llevaron al cálculo de tres indicadores para el mismo carácter se vinculan con la naturaleza de los mismos. La denominada uniformidad interna -si bien se cuenta con criterios para categorizar los lotes de aves en función de los valores del coeficiente de variación para peso corporal- no toma en cuenta un valor deseable de referencia (Toudic, 2009) mientras que los coeficientes de uniformidad del 10% (Castelló Llobet y col., 1989) y del 15% (Hudson y col., 2001) se relacionan con valores esperados del 80%. Dada la natural heterogeneidad con la cual se asocia a las poblaciones de aves camperas en comparación con la homogeneidad que muestran habitualmente las aves de los genotipos explotados comercialmente, un coeficiente del 10% podría presentarse como un referente excesivamente exigente a la hora de caracterizar esta variable en los sistemas de producción semiextensivos, con pleno impacto de las condiciones ambientales, en los que habitualmente se crían las primeras.

El coeficiente de variación se emplea comúnmente para describir la variabilidad de un carácter dado dentro de una población y es una medida que permite monitorear los cambios de la variación relativa a medida que el lote crece. Es decir que un coeficiente de variación bajo indica un lote uniforme y, por el contrario, un coeficiente de variación alto indica un lote con mala uniformidad. La uniformidad interna para peso corporal de las aves de los seis cruzamientos experimentales evaluados, así como la correspondiente a los grupos genéticos utilizados como control, mostró oscilaciones a lo largo de las 50 semanas de vida. Los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR, si bien con valores crecientes del coeficiente de variación, presentaron mejor comportamiento que las dos poblaciones de referencia, particularmente en la fase prepostura, con valores entre uniformes y de uniformidad moderada, hecho particularmente importante si se tiene en cuenta que su destino es la reproducción y que una adecuada uniformidad durante la recría es requisito para asegurar buenos resultados productivos posteriores (Frikha y col., 2009; Kosba y col., 2010). Asimismo, contar con lotes naturalmente homogéneos en peso corporal representa una gran ventaja a nivel productivo dado que, si bien se dispone de diferentes estrategias para mejorar este carácter en los lotes inicialmente heterogéneos entre los que se incluyen, como ya se mencionó, la distribución de las aves en lotes según su peso (Petitte y col., 1981), el manejo

con diferentes niveles de restricción (Pletsch y col., 2008), el asegurar el espacio correcto de comederos de forma tal de evitar que los individuos más voraces consuman mayor cantidad de nutrientes, el combinar el encendido de luz y el inicio de la alimentación, e incluso el descarte de aves cuyos pesos se encuentren muy alejados del valor promedio, entre otros (Miranda, 2015), todos ellos requieren disponer de mano de obra y de tiempo extra y por ende resultan antieconómicos (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Informe de cadena de valor, 2016). La edad de las reproductoras y el manejo que se le dé al huevo en las plantas de incubación, son factores que afectan la uniformidad de los lotes tanto en las granjas de engorde (Bramwell, 2003), como en las aves de postura. Lotes heterogéneos con valores de peso muy alejados del promedio impactan negativamente sobre los rendimientos productivos. Las aves con muy bajo peso retrasan su madurez sexual, el inicio de la postura y reducen el pico de postura, aumenta el número de huevos infértiles y la sincronización en la madurez de machos y hembras es diferente, lo cual genera inconvenientes en lotes de reproductores con pérdida de huevos y pollitos BB. Por lo contrario, aves con sobrepeso, adelantan su madurez sexual, aumentan el porcentaje de huevos de doble yema, disminuye la persistencia y aumenta el consumo de alimento durante la postura. Por su parte, un lote de reproductoras uniforme posibilitará disponer de una progenie uniforme lo que representa una ventaja a la hora de enviar los machos a faena al permitir realizar un manejo de “todo dentro, todo fuera” (Martínez-Alesón Sanz, 2005).

Tanto Casilda DT y Casilda DM, como Caseros I y Caseros II, presentaron valores de uniformidad deficiente en gran parte del ciclo, particularmente Casilda Doña Teresa en el primer caso y ambos genotipos en el segundo. Considerando a los cruzamientos de tres vías y a los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, como aves destinadas a la producción de huevos de mesa en el marco de una propuesta de producción doble propósito, es posible predecir que la uniformidad lograda en estas aves influirá directamente en su desempeño durante la postura. Si bien, como se mencionó previamente, también en estos casos es posible corregir con el manejo adecuado cierta falta de uniformidad, la desuniformidad del material evaluado puede reflejarse tanto en la uniformidad de la postura como en la persistencia de la misma. La diferente uniformidad observada en los tres grupos de cruzamientos podría estar vinculada a la naturaleza genética de las poblaciones evaluadas en términos de la segregación de los determinantes génicos del peso corporal en tanto Casilda CP y Casilda CR con la mayor uniformidad son híbridos simples; Casilda DT y Casilda DR, con

uniformidad intermedia, presentan madres cruza en las que se encuentran segregando los genes aportados por Cornish y la estirpe semi-pesada respectiva y, finalmente, Caseros I y Caseros II son producto del cruzamiento de padres y madres cruza por lo que dicha segregación tiene lugar en ambos progenitores. Un comportamiento similar de la uniformidad en peso corporal en poblaciones con diferente grado de variabilidad genética fue observado por Rigonato (2004) al comparar este carácter en reproductoras camperas de una sintética particular versus una población heterogénea de aves contemporáneas resultante de la mezcla de individuos de diferentes poblaciones sintéticas. En el caso particular de los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR éstos se mostraron uniformes, incluso respecto a las aves Plymouth Rock Barrada PRB y Rhode Island Blanca, lo que puede deberse a que estas últimas se mantuvieron con alimentación *ad libitum* dado que la restricción en el suministro de alimento es una práctica poco habitual en reproductores de ponedoras, lo que permitió que expresaran su potencialidad de crecimiento. Esto se visualiza claramente al observar los valores del coeficiente de variación para peso corporal expresados como área bajo la curva, donde un área mayor define una menor uniformidad, siendo el 100 % para Plymouth Rock Barrada, le sigue Rhode Island Blanca y luego, con valores similares, Casilda CR y Casilda CP.

Los coeficientes de uniformidad del 10% y del 15%, en tanto estimadores del mismo fenómeno de base, mostraron las mismas oscilaciones. En todos los casos, se observó una muy buena uniformidad al nacimiento, seguida de una caída en las primeras semanas de vida y una recuperación posterior. En el caso de la uniformidad al nacimiento hay una relación directa entre el peso del pollito recién nacido y el huevo incubable (Yuña y col., 2013). Producir pollitos de tamaño uniforme requiere dos condiciones básicas: un proceso de incubación optimizado y del tamaño uniforme de los huevos incubables, dado por una buena clasificación pero también por un trabajo adecuado en la granja de reproductoras lo cual hace que este descarte de huevos sea el menor posible. Se trata de un aspecto de suma trascendencia en tanto se ha estimado (Hudson y col., 2001) que más del 35% de la variación del peso corporal a la madurez se debe a las diferencias de peso y composición de los huevos puestos a incubar. Con respecto a la pérdida de uniformidad en las primeras semanas de vida se ha planteado el interrogante de por qué es habitual que de una uniformidad inicial excelente a la eclosión con coeficientes de variación para el peso corporal del 6% se pase en el día 7 a valores del 12%. De acuerdo con Chance Bryant –citado en un artículo de El Sitio Avícola en

junio de 2012- si bien este comportamiento se debe en parte a condiciones externas (ingesta de alimento, temperaturas de crianza, consumo de agua, calidad del aire, etc.) también se ve influenciado por diferencias en el comportamiento individual de las aves que afectan las interacciones antagonistas entre ellas y que pueden generar diferencias de hasta 50 g en el peso corporal a la semana de edad.

En el caso de los cruzamientos simples, con mayor uniformidad que los genotipos de referencia, se observó un comportamiento decreciente de la misma, común a ambos mientras que en Plymouth Rock Barrado y en Rhode Island Blanca el comportamiento resultó estable. En el caso de los cruzamientos de tres vías, en cambio, la tendencia fue a la estabilidad frente al comportamiento decreciente del indicador en las ponedoras autosexantes, en particular en Rubia INTA. Los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, por su parte, presentaron comportamientos disímiles, con un aumento de la uniformidad en el caso de Caseros I y una disminución de la misma en Caseros II. Las ponedoras autosexantes no reprodujeron el comportamiento previamente descrito en tanto, en este caso Negra INTA presentó una significativa disminución de su uniformidad mientras que la misma permaneció estable en Rubia INTA. Como resultado de estos comportamientos las aves de los diferentes cruzamientos experimentales finalizan su primer ciclo de postura con una pobre uniformidad con valores de 65% en todos ellos a excepción de Caseros II que fue el grupo menos uniforme con un 50% de uniformidad final. Los resultados para el carácter observado en las poblaciones analizadas son inferiores a los informados por Sindik y col. (2013) cuyos valores de uniformidad de reproductoras camperas -evaluada con el coeficiente del 10%- fueron del 67% y del 57% a las 10 semanas y el 78% y del 72% a las 22 semanas de edad, para la sintética materna E y para una población heterogénea denominada T. En coincidencia con los resultados detallados, Pletsch y col. (2008), trabajando con reproductores padres del pollo Campero INTA bajo dos manejos de restricción observaron en ambos casos bajos porcentajes de uniformidad, con marcadas oscilaciones tanto dentro como entre semanas con valores que sólo en algunas de esas semanas superaron el 70%.

El coeficiente del 15%, por su parte, presentó tendencias similares al del 10% pero, como resulta lógico, con mayores valores dada la mayor amplitud del intervalo de pesos corporales considerado. A excepción de Caseros II que mostró un deterioro sostenido de su uniformidad con valores finales del 65%, el resto de los cruzamientos experimentales, aún con

pendientes negativas en el caso de Casilda CP y Casilda CR, finalizan el ciclo productivo con una uniformidad cercana en todos ellos al 85%.

Dada la notoria inestabilidad de ambos coeficientes en la etapa improductiva del ciclo y el efecto de esos valores sobre los estimadores de los parámetros de la función lineal en el marco de ajustes globales, resultó de interés circunscribir la comparación a la fase de postura observándose un comportamiento promedio estable de ambos coeficientes junto con un desempeño particular asociado a una menor uniformidad por parte de Caseros II.

Si bien la uniformidad de los lotes de aves suele evaluarse en edades fijas, algunas de las cuales presentan particular trascendencia como ser el nacimiento en el que las aves aún no han madurado sus mecanismos de termorregulación, o la madurez sexual por su trascendencia sobre la producción posterior, la evaluación dinámica pone en evidencia comportamientos particulares no reconocibles en los estudios estáticos o transversales. En el caso de los grupos experimentales se hace evidente la necesidad de generar información acerca de su manejo durante las etapas de cría y recría en tanto son las que presentan mayores modificaciones en la uniformidad de los lotes. Si bien, como se mencionó previamente hay una cuestión genética de base vinculada con la condición segregante de algunas de ellas y se dispone de información vinculada con la respuesta del carácter a la presión de selección (Kosba y col., 2009), el manejo ambiental debería ajustarse con el fin de lograr lotes más uniformes en su peso corporal. Dadas las limitaciones impuestas por un sistema productivo con un control menos estricto de las variables medio-ambientales, las intervenciones deberían focalizar su atención en la estrategia de restricción a aplicar en cada caso. Una segunda cuestión a atender es que por tratarse de poblaciones intrínsecamente más variables interactuando con un ambiente en general menos controlado, el coeficiente del 15% se presenta como un indicador más pertinente para evaluar su uniformidad. La mejora sustancial de la uniformidad al pasar de considerar un coeficiente del 10% a uno del 15% hace pensar que gran parte de las aves que no se incluyen en el primer caso presentan pesos corporales cercanos al valor promedio del lote.

Ya sea para ser destinado a consumo o para ser incubado, el huevo representa el principal producto de los cruzamientos experimentales evaluados. En relación con esa salida particular del sistema productivo, estas poblaciones pueden ser caracterizadas desde diferentes puntos de vista. Uno de ellos se vincula con la dinámica poblacional de la oviposición que puede ser descrita a partir del análisis de las correspondientes curvas de postura.

La curva de postura de las gallinas, al igual que la de la lactancia bovina, muestra un perfil característico que, desde un punto de vista matemático puede ser caracterizado mediante tres fases. La primera fase presenta pendiente positiva y comprende desde la puesta del primer huevo hasta que el lote alcanza el pico de postura, la segunda está definida por el pico de postura en sí mismo que representa la máxima proporción de huevos recolectados y la tercera, de pendiente negativa, describe la persistencia de la postura y se extiende desde el pico hasta que se da por finalizado el ciclo productivo (Fialho y Ledur, 1997). El uso de modelos matemáticos para el ajuste de las mismas en el caso de aves reproductoras permite caracterizar a las poblaciones maternas del producto comercial y hacer predicciones acerca de su comportamiento (Adam y 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 (Bindya y col., 2010).

En los cruzamientos simples, donde las hembras son consideradas reproductoras, la postura es un indicador importante en tanto el objetivo final es lograr la mayor cantidad de pollitos por hembra alojada, y ello está en relación directa con la cantidad de huevos puestos y con la calidad de los mismos. La inclusión de Cornish Blanco, una raza pesada habitualmente utilizada como línea paterna del pollo parrillero, en cruzamientos destinados a la producción de aves camperas es de esperar que afecte negativamente su postura de huevos, lo que obliga a considerar en qué medida resulta económicamente viable sacrificar postura en pos de lograr aves doble propósito con machos destinados a producir carne y hembras a producir huevos, más aún cuando el destino de esos huevos es la incubación, por el impacto directo sobre el costo de estos pollitos dado que una baja postura implica huevos más caros y pollitos BB aún más caros.

En producción de huevos, sea cual fuera el destino final de los mismos -incubación o consumo- lo importante es lograr rápidamente el pico de postura y mantener luego una persistencia prolongada. La falta de persistencia en la producción de huevos y en su incubabilidad sigue siendo la principal causa de disminución en el número de pollitos producidos durante el período comprendido entre las 40 y las 60 semanas de edad del lote (Longley, 2013). Si se toman como referencia los valores que la mayoría de las empresas de genética mencionan, con niveles de producción de huevos por hembra alojada, en el pico, superiores al 86%, las poblaciones experimentales aquí evaluadas, con valores en el pico de postura entre el 45% y el 60% según los casos, evidentemente están muy alejadas, pero los

alcances de tal comparación deben relativizarse en tanto, retomando el argumento inicial acerca de los fenotipos complejos involucrados en este estudio, esos valores corresponden a una combinación genotipo-ambiente no comparable con la aquí utilizada.

Otra cuestión insoslayable a tener en cuenta ya mencionada pero en la que resulta importante enfatizar es que, si bien es siempre necesario monitorear los cambios en el plumaje, la temperatura ambiental, el perfil de peso corporal y de peso del huevo en relación al estándar de las aves con el fin de racionar de manera eficiente y efectiva a las reproductoras, en el caso de las aves camperas evaluadas tal estándar no existe en tanto se carece de información confiable respecto a las necesidades propias de las diferentes poblaciones, es decir, se desconoce el potencial genético de estos cruzamientos, por lo cual para poder predecir si los valores de postura realmente están muy por debajo de lo esperado se deberían manejar otros indicadores vinculados con un mayor y menor peso corporal, con aportes de diferentes niveles de proteínas y de foto estimulación, entre otros, es decir, revisar y ajustar el manejo de los factores que se sabe pueden afectar tanto la producción inicial de huevos como la persistencia de la postura. Además de ello, al comparar la postura de los cruzamientos simples en su rol de futuras reproductoras, debe considerarse también que al manejar poblaciones pequeñas, como resulta habitual en condiciones experimentales, el impacto que el comportamiento de cada ave individual tiene sobre el valor de la proporción final utilizado para caracterizar a la población de pertenencia es mayor y ello dificulta conocer el potencial real de la misma.

Los resultados observados en los cruzamientos simples indican un mejor comportamiento de las dos poblaciones testigo -Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada- en la primera fase hasta alcanzar el pico de postura sin diferencias entre las poblaciones experimentales. Durante la tercera fase -etapa de persistencia de la postura hasta las 45 semanas de edad- las aves Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada presentaron un comportamiento creciente en un caso y estable en el otro. Casilda CP y Casilda CR, por su parte, presentaron claras diferencias correspondiendo tendencias decreciente y creciente respectivamente, por lo cual, de los dos cruzamientos simples Casilda CR se presenta como la población alternativa de preferencia. Al utilizar la superficie bajo la curva de postura relativizada al desempeño de Rhode Island Blanca como grupo genético de mejor desempeño como indicador del comportamiento global durante todo el período de control, si bien sin grandes diferencias entre los tres genotipos restantes, el cruzamiento Casilda CR con madre

Rhode Island Blanca presentó la mejor performance, levemente superior incluso a la otra población control.

Si el objetivo perseguido es lograr aves doble propósito, el análisis requiere considerar el comportamiento de las hembras derivadas del uso de estos cruzamientos simples como gallinas reproductoras. Tales hembras corresponden a los cruzamientos de tres vías y a los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples. Tanto en un caso como en el otro se utilizaron como poblaciones de referencia las ponedoras autosexantes Negra y Rubia INTA las que presentaron curvas de postura típicas, con buenos valores en el pico, particularmente en uno de los años, a diferencia de las poblaciones experimentales con comportamientos no asimilables al patrón típico esperable. En el caso de los cruzamientos de tres vías se observa que Casilda DT llega a un pico de postura del 66 %, valor no tan despreciable si se considera que se trata de aves de elevado peso corporal, racionadas, sobre las cuales se desconoce, al igual que ocurre con su madre, su potencial. Casilda DT presenta, además, una persistencia superior que Casilda DM. Pese a este comportamiento -en ciertos aspectos aceptable de uno de los cruzamientos experimentales- las aves utilizadas como testigos, ponedoras Negra y Rubia INTA, siguen siendo, como es de esperar, muy superiores.

Observando el comportamiento de Casilda DM, se puede suponer que el manejo aplicado no fue el adecuado, teniendo en cuenta que este cruzamiento de tres vías ni siquiera llegó a lograr alcanzar la postura de su madre, Casilda CR. Estos resultados son similares a los informados por Revidatti y col. (2006), quienes concluyen junto con Rafart y col. (2006) acerca de la importancia del manejo en las etapas de cría y recria sobre la producción de huevos. En el trabajo de Revidatti y col. (2006), los porcentajes de postura de la población Rubia INTA evaluada en Corrientes son similares a los observados en los cruzamientos de tres vías a la vez que la población de Rubia INTA de referencia presenta un comportamiento similar a la utilizada como testigo de Casilda DT y Casilda DM.

Los cruzamientos recíprocos, por su parte, presentaron un comportamiento productivo muy inferior a las ponedoras autosexantes y muy similar entre ellos, con una leve supremacía de Caseros II sobre Caseros I. Al comparar las áreas bajo las curvas se visualiza claramente la diferencia entre los dos cruzamientos de tres vías con una evidente ventaja de Casilda DT sobre Casilda DM aún en el marco de un desempeño mediocre de ambos. Los cruzamientos recíprocos también presentan un bajo rendimiento relativo, en promedio menor al 50% de lo

observado en los grupos de referencia y con la leve ventaja antes mencionada de Caseros II sobre Caseros I.

Si se comparan los seis grupos experimentales, todos ellos, pero particularmente Caseros I y II, muestran curvas de producción de huevos similares a la descrita por Galíndez y col. (2012) para cuatro líneas de gallinas criollas venezolanas y por Jerez Salas y col. (2009) en gallinas criollas mexicanas, con trayectorias erráticas caracterizadas por ascensos y descensos pronunciados, inclusive en semanas contiguas o muy próximas entre sí. Asimismo, cinco de ellos, con la excepción de Casilda DT, presentan valores en el pico de postura inferiores al 65% observado por Terraes y col. (2004) en reproductoras camperas.

En cierta medida de manera contraria a lo esperado, en la etapa final del lapso evaluado las aves con 50% de genes de origen Cornish Blanco -en particular el cruzamiento simple Casilda CR- presentaron valores de postura superiores a los dos grupos -cruzamientos de tres vías- con 25% de genes derivados de esa raza pesada.

La dinámica de la postura no es independiente de otras circunstancias que afectan el desempeño del lote. El peso vivo influye directamente en la uniformidad del lote, lo cual puede garantizar un comienzo más rápido de la producción y una mayor uniformidad en el tamaño de los huevos (Bar y col., 2002). Con un peso promedio adecuado y una buena uniformidad del peso, se evitan variaciones en el grado de madurez sexual de las gallinas lo que posibilita un inicio de postura uniforme en tanto las gallinas de bajo peso retrasan en el inicio de producción de huevo, mientras que aquellas con sobrepeso lo adelantan. El peso corporal al inicio del período de puesta es el principal factor que influye en la productividad de la ponedora. Las aves que inician su ciclo de postura con bajo peso producen huevos de menor tamaño y muestran mayor propensión a tener prolapsos cloacales debido a su menor crecimiento óseo mientras que aquellas que inician su ciclo productivo con sobrepeso producen menos huevos y más pesados a lo largo del período de puesta, con un mayor porcentaje de huevos con doble yema (Leeson y Summers, 1987; El Zubeir y Mohammed, 1993). A su vez, los lotes más uniformes, alcanzan más rápido un pico de producción de mayor valor debido a que un mayor número de aves se desarrollan sexualmente al mismo tiempo. Por último, el peso de huevo será también más uniforme durante su ciclo productivo y la persistencia mayor lo que posibilitará lograr un mayor número de huevos por ciclo y, por ende, una mayor masa de huevos (Castelló Llobet y col., 1989). Si bien la implementación de procesos adecuados de manejo y alimentación que aseguren el bienestar y la sanidad de las

aves posibilitan que éstas puedan expresar su potencial genético a lo largo del año, es evidente que el comportamiento clásico de la dinámica de postura está asociado a los procesos selectivos que llevaron a la gallina original a transformarse en la “maquina” de producción actual. En este sentido, las gallinas criollas habitualmente utilizadas en la avicultura de traspatio al igual que los cruzamientos ensayados, fallan en reproducir el patrón dinámico esperable.

Un segundo aspecto a considerar en relación al huevo como principal salida del sistema productivo considerado es el análisis del patrón dinámico de aumento del peso de los mismos.

El peso del huevo es un carácter de obvia importancia económica en la producción avícola por lo que se lo incluye como uno de los principales objetivos tanto de mejoramiento como de investigación en numerosos países (Fairfull y Gowe, 1990; Shalev y Pasternak, 1993; Jones y col, 2001; Johnston y Gous, 2007; Islam y Dutta, 2010; Savegnago y col., 2011a,b).

El patrón dinámico de aumento del peso del huevo en función de la edad de la gallina o del tiempo transcurrido desde el inicio de la postura puede ser adecuadamente descrito por un modelo exponencial asintótico. Con esta finalidad se han propuesto las funciones de Brody (Brody, 1964; Fitzhugh, 1976; Yoo y col., 1983; Minvielle y col., 1994) y una reparametrización de la misma (Sheldon y Podger, 1974; Weatherup y Foster, 1980) que han demostrado ser efectivas para el ajuste de este tipo de datos mediante técnicas de regresión no lineal (Di Masso y col., 1993; Di Masso y col., 1994; Di Masso y col., 1997; Di Masso y col., 1998; Dottavio y col., 2003; Canet y col., 2014).

En base a la aplicación de estos modelos, se observó que los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR mostraron un peso asintótico del huevo intermedio al de las dos poblaciones de referencia, con valores mayores a Plymouth Rock Barrada y menores a Rhode Island Blanca, sin diferencias significativas entre ellos. Con respecto a la tasa de maduración, las aves Plymouth y Rhode presentaron valores promedio muy similares entre sí pero menores a los de ambos cruzamientos experimentales poniendo en evidencia un comportamiento independiente de los estimadores de los parámetros del modelo matemático utilizado en tanto genotipos con los valores extremos en el tamaño asintótico del huevo -Plymouth y Rhode- mostraron similar velocidad de aproximación al mismo y genotipos con similar valor asintótico (Casilda CP y Casilda CR) difieren en los valores de la tasa de maduración. Estos resultados no coinciden con los publicados por Fain Binda y col. (2012) al comparar el patrón

dinámico de aumento del peso del huevo en función de la edad de postura en dos sintéticas maternas utilizadas como reproductoras camperas Campero INTA y sus híbridos recíprocos. En este caso se observó la asociación negativa esperable entre ambos parámetros y la población sintética A con mayor peso asintótico del huevo presentó menor tasa de maduración para el carácter que la sintética E con menor valor para el peso del huevo en su asíntota. La asociación negativa antes mencionada también fue observada por Martines y col. (2016a) al estudiar el comportamiento de la sintética E y de un cruzamiento simple entre las sintéticas ES y A. Dado que la trayectoria teórica final generada por la función surge de la combinación de los valores de ambos parámetros, los dos cruzamientos experimentales presentaron un patrón global más favorable, con pesos mayores del huevo a lo largo del lapso evaluado y una evidente estabilización final, más adecuado a lo requerido para una reproductora que los patrones de Rhode Island Blanca y, particularmente, de Plymouth Rock Barrada, lo que se tradujo en un efecto significativo del grupo genético sobre dicha trayectoria.

Al comparar los cruzamientos de tres vías con las dos versiones de ponedoras autosexantes se constataron diferencias en las trayectorias globales de los cuatro grupos. Casilda DM mostró el comportamiento menos favorable dado el menor valor de su asíntota y, al no diferir significativamente de DT en su tasa de maduración, ambos grupos experimentales presentaron trayectorias paralelas. Casilda DT, por su parte mostró inicialmente valores de peso del huevo intermedios a los de Negra y Rubia INTA para finalizar con valores similares a los de la primera de ellas. En función de esta dinámica Casilda DT se presentó como una mejor alternativa como ponedora campera que Casilda DM.

Por último, los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR también se diferenciaron en sus patrones dinámicos de modificación del peso del huevo correspondiendo a Caseros I un comportamiento más ventajoso desde un punto de vista productivo como ponedora que a su recíproco en tanto Caseros II presentó el menor tamaño promedio del huevo de las cuatro poblaciones, a lo largo de todo el ciclo de postura.

La aparente independencia, al menos parcial entre los estimadores de los parámetros de las funciones utilizadas para describir la dinámica de aumento de peso del huevo permite especular acerca de la posibilidad de modificar la misma por selección artificial. En tal sentido, Martínez y col. (1995), definieron un índice de tipo biológico tendiente a lograr un patrón de aumento de peso del huevo que combinara un alto peso asintótico y una alta madurez para el carácter utilizando como criterios los estimadores de los parámetros del

modelo de Weatherup y Foster, lo aplicaron a una sintética producto de un cruzamiento Leghorn y Rhode Island Red y discriminaron a aquellas aves que presentaban dicho patrón considerado económicamente ventajoso. El adjetivo “ventajoso” presenta diferentes connotaciones según el destino previsto para el huevo a producir, particularmente en relación al valor del peso asintótico. Podría argumentarse que en el caso de las reproductoras el valor de dicho parámetro debería estar asociado con un intervalo de pesos –ni muy livianos, ni muy pesados- compatible con la incubabilidad de los mismos, mientras que en el caso de los huevos para consumo ese valor dependerá de las exigencias particulares del mercado al cual se los piensa destinar dadas las diferentes exigencias al respecto de los consumidores en diferentes lugares del mundo (Jones y col., 2001; Koelkebeck y col., 2001). En ambos casos sería deseable una alta tasa de maduración de manera tal que las aves alcanzaran rápidamente el peso objetivo antes definido.

De acuerdo con este planteo, los cruzamientos simples presentan un comportamiento no sólo más ventajoso como reproductoras que las estirpes de razas asimiladas semipesadas utilizadas como progenitores maternos de las ponedoras autosexantes Negra y Rubia INTA, sino también como ponedoras. Casilda DT y Caseros II presentan un patrón favorable en cuanto a que alcanzan rápidamente el peso máximo del huevo (tasa de maduración), pero desfavorable en términos de tamaño del huevo. La combinación de peso asintótico y tasa de maduración de Caseros II es evidentemente desventajosa al igual que la de Casilda DM, en el primer caso porque aun dirigiéndose hacia un peso final elevado no lo hace con la velocidad adecuada como para asegurar buenos pesos del huevo durante el ciclo de postura y, en el segundo, porque si bien el peso del huevo aumenta con una velocidad adecuada, lo hace hacia un bajo peso asintótico.

En el caso del modelo de Weatherup y Foster, el parámetro B representa el rango de aumento de peso promedio del huevo por lo que restando dicho valor del peso asintótico estimado, se dispone de un valor teórico correspondiente al peso del primer huevo. La representación gráfica de los valores relativos de los estimadores de los tres parámetros del modelo con significado biológico muestra que la mayor diferencia entre los cruzamientos experimentales corresponde al parámetro B. Sin embargo, la comparación de los valores del peso del primer huevo estimados por la ecuación y los registrados experimentalmente puso en evidencia una subestimación por parte del ajuste de los pesos efectivamente observados.

Como se mencionó previamente, el huevo representa el producto final tanto en las explotaciones avícolas dedicadas a la puesta como en el caso de las reproductoras. Su tamaño, evaluado a través del peso, así como su forma, estimada a partir de la relación entre el largo y el ancho, son dos caracteres de trascendencia económica, con efectos sobre caracteres asociados a la calidad ampliamente evaluados (Duman y col., 2016), que se encuentran determinados genéticamente a la vez que, como todo carácter cuantitativo, están afectados por variables ambientales tales como la estación del año, la sanidad y el tipo de dieta (Nikolova y Kocevsky, 2006; Schmidt y col., 2009), además de por la edad de la gallina (Abanikannda y col., 2007).

En la avicultura moderna los huevos puestos por las reproductoras se incuban en forma artificial y, en relación con ello, estas cuestiones cobran particular importancia. El peso es el indicador más utilizado para caracterizar el tamaño y su trascendencia radica en que tanto los huevos chicos como aquellos de tamaño excesivo no son aptos para incubar prefiriéndose para ese destino aquellos de tamaño intermedio. La duración de la incubación está también relacionada con el tamaño del huevo. Además de ello, el peso del huevo representa el principal factor determinante del peso del pollito al nacimiento (Wilson, 1991, Schmidt y col., 2009) aún más que el peso de la yema en sí (Wolansky y col., 2007) si bien se ha informado un efecto del genotipo independiente del peso del huevo (Islam y col., 2002) a favor de las razas pesadas. La forma, por su parte, se vincula con la resistencia a la rotura. 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. Por su parte, Mašić y col. (1972) informan una correlación significativa y negativa 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. Si bien se dispone de varias opciones para estimar la forma de los huevos, la utilidad y relevancia del índice de forma mencionado 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 ancho (Havlíček y col., 2008). 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, 2013). Además de su importancia en el caso de las aves reproductoras por esta relación directa con la incubabilidad y con la calidad del pollito, en la actualidad, con el rápido desarrollo de la automatización mecánica, los huevos de forma y tamaño uniformes son también particularmente aptos para el envasado automático (Reid y col., 1975; Wolc y col., 2012). Si bien este último aspecto tiene una importancia menor en el caso particular de las aves camperas, el primero mantiene su trascendencia en el caso de aquellas utilizadas como reproductoras. En las explotaciones avícolas que producen huevos para consumo, el tamaño de los mismos, evaluado a través del peso, determina el precio de venta.

En el análisis transversal de estos caracteres, los cruzamientos simples presentaron huevos más pesados que los correspondientes a las poblaciones de referencia en las dos edades consideradas, con ausencia de huevos extra livianos ya a las 30 semanas y con 71% y 55% de huevos de medianos para arriba en Casilda CP y Casilda CR, respectivamente, frente a 39 y 4% para Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada en la primera edad y 97%, 96%, 86% y 46% en la segunda. El peso del huevo aumentó con la edad sin observarse interacción significativa con el genotipo. Los cruzamientos de tres vías pusieron huevos de peso similar a Negra INTA pero inferior a Rubia INTA a las 30 semanas de edad, comportamiento que se reiteró a las 43 semanas salvo en el caso de Casilda Don Manuel, genotipo que puso los huevos de menor peso promedio a esa edad. Los cuatro grupos aumentaron el peso promedio del huevo con la edad observándose en este caso una interacción entre Casilda DT y Negra INTA en tanto el cruzamiento experimental mostró mayor peso que la ponedora autosexante en la primera edad y menor peso en la segunda. Estas diferencias se reflejaron en la distribución de los huevos por su tamaño de manera tal que a las 30 semanas Rubia INTA presentó un 74% de sus huevos en categorías mediano o mayor y Casilda DM tan solo un 23%, como valores extremos y a las 43 semanas las ponedoras autosexantes alcanzaron valores de 95-96% frente al 58% de Casilda DM. Por último, los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples pusieron huevos en promedio más livianos que los controles autosexantes en las dos edades, a excepción de la comparación entre Caseros II y Negra INTA a las 43 semanas que no fue significativa debido a que si bien el peso del huevo aumentó en los cuatro grupos, dicho aumento fue mayor en los

cruzamientos experimentales, hecho que se tradujo en una interacción significativa. Debido a ello las diferencias observadas en la proporción de huevos medianos o de mayor tamaño a las 30 semanas, notoriamente favorables a las ponedoras autosexantes (18% y 33% para Caseros I y II frente a 64% en Rubia INTA y Negra INTA) se hacen menor notorias a las 43 semanas, particularmente en el caso de Caseros II (62% y 82% en Caseros I y II versus 97% y 87% en Rubia y Negra INTA).

Con respecto al índice de forma, si bien en todos los casos la longitud y el ancho de los huevos aumentó con la edad, con una interacción genotipo x edad significativa sólo entre Casilda DT y Negra INTA en el caso del ancho del huevo y para ambas variables en el caso de los cruzamientos recíprocos atribuible en un mayor incremento en la longitud en Caseros I y II que en las ponedoras autosexantes y a un mayor aumento en el ancho del huevo en Caseros II, el índice de forma presentó interacciones significativas en todos los casos. Por tratarse de una variable derivada, modificaciones en el mismo sentido pero de diferente magnitud en las variables que participan en su cálculo se traducen en tendencias diferentes en el índice. En el caso de los cruzamientos simples Casilda CR aumentó el valor del índice de forma en contraste con la tendencia decreciente manifestada por los tres grupos restantes; en el caso de los cruzamientos de tres vías, Casilda DT mantuvo el valor del índice frente a la tendencia creciente de los otros tres grupos y, en el caso de los cruzamientos recíprocos Negra INTA tendió a aumentar el índice mientras que Caseros I, Caseros II y Rubia INTA tendieron a disminuirlo, particularmente Caseros I. Estas modificaciones coinciden en algunos casos y discrepan en otros del patrón descrito por Nikolova y Kocovski (2006) para ponedoras ISA-Brown que hasta las 45 semanas de edad producían huevos con mayor índice de forma, es decir, más redondeados, mientras que en edades posteriores los huevos disminuían su índice de forma promedio y se tornaban más alargados, poniendo en evidencia que si bien a partir de esta información puede aceptarse que los huevos no mantienen necesariamente la misma forma a lo largo del ciclo de postura, no es igualmente posible efectuar afirmaciones acerca de la dirección de dicho cambio. Uña Izquierdo y col. (2012), por su parte, mencionan evidencia indicativa que el índice de forma no presenta una marcada dependencia de la edad de la gallina.

Considerando como deseable un intervalo de pesos comprendido entre los 52 y los 68g y un intervalo de forma entre valores de 72 y 76 para los huevos incubables, las aves de los cruzamientos simples, evaluadas como reproductoras, presentan en las dos edades un

comportamiento más favorable en término de peso y un comportamiento similar en término de forma que el de las estirpes de las razas Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada empleadas para generar las ponedoras autosexantes. Con respecto al peso el huevo, en particular, el comportamiento de los dos cruzamientos simples es, a las dos edades consideradas, superior al descrito por Martines y col. (2016a) para una población sintética de reproductoras camperas utilizada como madre de la versión tradicional del pollo Campero INTA y para un híbrido simple entre dos sintéticas maternas utilizado como madre del híbrido experimental de tres vías Campero Casilda.

Evaluadas como ponedoras, tanto los híbridos de tres vías como los cruzamientos recíprocos ponen en las dos edades huevos más livianos que los grupos de referencia con mejor comportamiento mediano de Caseros II que Caseros I pero con una mayor variabilidad de ambos a las 42 semanas. En cuanto a la forma, los grupos tendieron a presentar huevos entre satisfactorios y redondeados.

Tomando en consideración que la estimación del peso asintótico del huevo derivada del ajuste de los datos longitudinales de esta variable en función de la edad de la gallina representa un valor promedio que no excluye oscilaciones en más y en menos alrededor del mismo, los valores registrados en el marco del enfoque transversal indican que, a excepción de Caseros I, los restantes cinco cruzamientos experimentales ya han alcanzado prácticamente el máximo peso del huevo a las 43 semanas de postura. Caseros I, por el contrario, dada su baja tasa de maduración para el carácter, se encuentra a esa edad aún lejos de haber alcanzado el máximo peso esperable.

Abanikannda y col. (2007) estudiaron el peso, la longitud, el ancho y la forma de los huevos puestos por una raza de ponedoras pesadas, en cinco períodos de 10 semanas cada uno entre las 22 y las 76 semanas de vida e identificaron patrones temporales particulares para las cuatro variables. El peso y el ancho de los huevos mostraron un comportamiento similar en función de la edad de las gallinas con un aumento sostenido de sus valores hasta un máximo entre las semanas 55 y 65 y su posterior declinación. La longitud del huevo mantuvo siempre un patrón creciente con la edad a diferencia del índice de forma que disminuyó dando lugar a huevos más alargados a medida que avanzaba el ciclo de postura. El peso promedio de los huevos puestos entre las 22 y las 32 semanas fue similar al observado para los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos recíprocos a las 30 semanas e inferior al registrado para Casilda CP y Casilda CR, mientras que el peso promedio registrado entre las 33 y 43 semanas

fue similar al observado en Casilda DT, Casilda DM y Caseros I a las 43 semanas de edad e inferior al de Caseros II y los dos cruzamientos simples. Con respecto a las medidas lineales y a su combinación para definir la forma del huevo, la longitud para el período 22-32 semanas coincidió con la observada en Caseros II a las 30 semanas mientras que la informada para el período 33-43 semanas lo hizo con la medida en Casilda DM a las 43 semanas de edad. El ancho en los dos períodos coincidió con el de Casilda DM y Caseros I en la primera edad y con el de Caseros I en la segunda, mientras que la forma en el primer período fue inferior a todos los valores registrados en los cruzamientos experimentales a la primera edad y, en el segundo, coincidió con el valor promedio de Casilda CP a las 43 semanas de edad. Estas comparaciones, que no permiten asociar los valores registrados para todas las variables en un genotipo de referencia con alguno de los grupos analizados en particular sino con unos en un caso y con otros en otro, dependiendo de la variable y de la edad de registro, confirman el comportamiento similar entre sí, aun con particularidades, de los tres tipos de cruzamientos y con valores similares a otras poblaciones de aves del mismo tipo.

En términos generales, los valores de forma del huevo evaluada a partir del cálculo del índice de forma, son similares a los registrados por Potts y Washburn (1974) en seis líneas de ponedoras comerciales, tres de huevos blancos y tres de huevos castaños y por Arad y Marder (1982) en una raza autóctona de la región del Sinai, en una línea de ponedoras White Leghorn y en las aves resultantes del cruzamiento entre ambas.

El análisis multivariado permitió identificar dos fuentes independientes de variación para los caracteres evaluados en el análisis transversal efectuado a las 30 y a las 43 semanas. La primera componente, que explica una mayor proporción de la variancia fenotípica total, se vinculó con el tamaño del huevo, asociado tanto a su peso como a un aumento armónico de su longitud y su ancho en tanto ambas variables presentaron correlaciones de igual signo. La segunda, con una menor proporción de la variancia total explicada, se mostró independiente del peso y se relacionó con la forma –alargada, satisfactoria, redondeada- dado que los signos de las asociaciones del largo y el ancho con el valor de la componente fueron diferentes, de manera tal que a mayor valor de dicha componente los huevos son más redondeados debido a que disminuye su longitud y aumenta su ancho. Abanikannda y col. (2007), en el marco del trabajo mencionado previamente, observaron asociaciones similares en tanto el peso del huevo presentó una elevada correlación con el ancho y el largo del mismo y una correlación muy baja con la forma. Kgwatalala y col. (2016) evaluaron los huevos puestos por tres

estirpes de la raza Tswana, una de fenotipo normal, una de fenotipo cuello desnudo y una tercera portadora del gen de enanismo y en todas ellas observaron una correlación positiva y significativa del peso del huevo con la longitud y el ancho de los mismos y una asociación no significativa del peso con el índice de forma. Iqbal y col. (2012), evaluaron la forma del huevo de cuatro variedades de gallinas de la raza Aseel en Pakistán y no observaron diferencias significativas entre las mismas en los valores promedio de longitud (que variaron entre 50,2 y 51,8 mm), de ancho (37,6 a 39,6 mm) ni de forma (74,5 a 78,4) para un intervalo de pesos entre 41,2 y 45,9 g. Si bien el peso informado es inferior al de cualquiera de los cruzamientos experimentales evaluados, la forma de los mismos fue similar resaltando, una vez más, la independencia entre tamaño y forma de los huevos. Estas observaciones coincidentes revisten importancia en tanto ponen en evidencia la factibilidad de modificar el tamaño del huevo y su forma en el sentido deseado combinando el mayor o menor tamaño con la forma redondeada o alargada de los mismos. Pese a ello, la representación gráfica de ambas componentes, en las dos edades, aun cuando la distribución de las aves no fue homogénea, no permitió identificar agrupamientos significativos asociados con algunos de los seis cruzamientos experimentales en particular sino que, en todos los casos, aún con diferencias en la proporción de las mismas, resultó posible identificar aves de todos los grupos en los cuatro cuadrantes. Este tipo de análisis permitió reconocer comportamientos diferentes entre los dos miembros de cada par de cruzamiento, según la edad. A las 30 semanas Casilda CP y Casilda CR presentaron mayor proporción de huevos grandes (cuadrantes de la derecha), pero con igual proporción de huevos redondeados y alargados en Casilda CP (Cuadrantes I y IV) y con predominio de huevos alargados en el caso de Casilda CR (Cuadrante IV) diferencia que se pierde a las 43 semanas. A las 30 semanas Casilda DT presentó mayor proporción de huevos de mayor tamaño y redondeados, mientras que en Casilda DM predominaron los de menor tamaño y alargados, en tanto a las 43 semanas predominaron, en ambos grupos, pero particularmente en Casilda DM, los huevos de mayor tamaño, independientemente de la forma, (Cuadrantes I y IV). En el caso de los cruzamientos recíprocos Caseros I mostró mayor proporción de huevos de menor tamaño (Cuadrantes II y III) independientemente de su forma redondeada o alargada, mientras que Caseros II mostró huevos redondeados (Cuadrantes I y II) independientemente de su tamaño, distribución que se mantiene a las 43 semanas para ambos grupos, si bien representada en diferentes cuadrantes de acuerdo al signo de las correlaciones. Pese a tales diferencias, y en consonancia con la

inexistencia de agrupamientos claros vinculados con los grupos genéticos, el análisis discriminante mostró un elevado error de clasificación cercano al 70% de las aves en ambas edades.

En coincidencia con el comportamiento no enteramente predecible de estas variables en diferentes genotipos y en función de la edad, Advínculo y col. (2015b) evaluaron la forma y el tamaño de los huevos puestos a las mismas edades -30 y 43 semanas- por gallinas camperas pertenecientes a una población sintética particular (E) y a un cruzamiento simple entre dos de las sintéticas maternas disponibles en INTA Pergamino (ES y A) y constataron efectos significativos de la interacción genotipo x edad sobre el peso de los huevos, su ancho y su forma pero no sobre la longitud de los mismos. Las interacciones mencionadas resultan de diferencias en los patrones de modificación de los valores promedio de las diferentes variables con la edad, en tanto el peso, el ancho y la longitud presentaron mayor valor promedio a las 43 que a las 30 semanas. Por otra parte, la diferencia en los patrones de aumento de longitud y ancho de los huevos se tradujo en un aumento del índice de forma en el caso de la población sintética y una disminución del mismo en las híbridas si bien, ambas presentaron huevos redondeados (> 76) en las dos edades.

En los sistemas de comercialización en los que los huevos se clasifican por su peso en clases con diferente precio de venta, la proporción de huevos en cada una de esas categorías, desde muy livianos a extra-pesados, determina el valor del producto comercializable global (Adams y Bell, 1998). Como tales proporciones cambian a lo largo del ciclo de postura, su evaluación en momentos específicos del mismo, si bien de utilidad por la mayor simplicidad del registro, no resulta suficiente para caracterizar el comportamiento global, razón por la cual cobra importancia el conocimiento del patrón dinámico de la clasificación de los huevos por su tamaño. A su vez la composición de los huevos pertenecientes a las diferentes categorías comerciales de tamaño presenta también particularidades. Akbar y col. (1983) observaron que un aumento del tenor proteico de la ración producía un aumento de la proporción de yema y una disminución de la proporción de albumen con el consiguiente incremento de la relación yema:albumen en los huevos categorizados como grandes, respuesta no evidente en aquellos pertenecientes a las categorías medianos o extra-grandes mientras que, para todas las categorías constataron un aumento del contenido de yema y una disminución del contenido de albumen y el peso de la cáscara con la edad de la gallina. Por último, dicha clasificación también es relevante debido a las diversas preferencias en tamaño del huevo para consumo

alrededor del mundo, en tanto, en los países occidentales los consumidores prefieren huevos grandes mientras que en China, por ejemplo, ocurre lo contrario (Jones y col., 2001; Koelkebeck y col., 2001).

Dado el comportamiento oscilante de la proporción de huevos en cada categoría en función de la edad cronológica de las aves y la presencia simultánea de huevos de diferente categoría en cada una de dichas edades, la comparación de los diferentes grupos genéticos se llevó a cabo en base a la proporción que cada categoría de tamaño representó respecto del área total bajo la curva resultante de la sumatoria de las áreas particulares correspondientes a cada una de ellas.

Tomando como referencia la clasificación cualitativa, en el caso de los cruzamientos simples las categorías extremas están muy poco representadas predominando para los dos grupos experimentales y para sus testigos los huevos medianos, con una tendencia a chicos en Rhode Island Blanco y Plymouth Rock Barrado y hacia huevos grandes en Casilda CP y Casilda CR, particularmente en este último, comportamiento asociado al mayor peso corporal de los genotipos híbridos producto de la incorporación de genes Cornish Blanco a los mismos. Al evaluar la distribución en los cruzamientos de tres vías se observa una mayor contribución relativa de huevos extra-chicos y extra-grandes que en el caso de los cruzamientos simples, con un aporte aproximadamente similar de huevos chicos, medianos y grandes en los cuatro grupos pero con un desvío más pronunciado de medianos a grandes que de medianos a chicos. En el caso de los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples, la distribución de los huevos de acuerdo con su ubicación en el clasificador comercial puso en evidencia un menor tamaño de los mismos en Caseros I y Caseros II, pero particularmente en el segundo, en comparación con las dos versiones de ponedoras autosexantes utilizadas como referencia. Restringida la comparación a los seis cruzamientos experimentales, se hace evidente el predominio de huevos de categorías entre medianos y grandes, en especial en Casilda CP, la escasa participación de las categorías extremas (huevos extra-chicos y extra-grandes) y la mayor proporción de huevos chicos en Casilda DT y Caseros II. La clasificación en base a un criterio cuantitativo, basada en el peso del huevo, si bien vinculada al comportamiento relevado con el criterio cualitativo en tanto hay una evidente asociación entre la estimación del tamaño efectuada en el clasificador comercial y el peso del huevo, resulta más precisa debido a que la forma del huevo puede determinar que huevos de igual peso se ubiquen en

diferentes categorías en el clasificador como consecuencia de su forma más redondeada o más alargada (Álvarez y col.;1996).

Aceptando como deseable un intervalo de pesos para los huevos incubables comprendido entre los 52 y los 68g el mismo incluye a los huevos pertenecientes a las categorías de medianos y pesados. En base a este criterio, los cruzamientos simples, en su carácter de madres tanto de los cruzamientos de tres vías como de ambos cruzamientos recíprocos, presentan un mejor comportamiento global que Plymouth Rock Barrado raza progenitora materna de Negra INTA y similar o levemente superior, particularmente Casilda CP, a Rhode Island Blanca, madre de Rubia INTA. Evaluados como potenciales productoras de huevos, los cruzamientos de tres vías presentaron diferencias entre ellos con predominio de huevos de menor peso en Casilda DM y de huevos de mayor peso en Casilda DT lo que otorga a este último cierta ventaja en este aspecto. En relación con las ponedoras autosexantes, el comportamiento de los cuatro grupos fue muy similar en lo que a la postura de huevos livianos se refiere. Rubia INTA presentó comparativamente el mejor comportamiento y Casilda DT se asemejó estrechamente a Negra INTA. Los cruzamientos recíprocos, en cambio, tuvieron en promedio un desempeño menos favorable que las ponedoras autosexantes, con una menor proporción de huevos medianos que fueron los más representados a lo largo del ciclo de postura. En el análisis conjunto de los seis cruzamientos experimentales se destaca Casilda DM por la mayor proporción de huevos extra-livianos y muy livianos, Casilda DT y Caseros II por la mayor participación de huevos de categoría livianos y Casilda CP y Caseros I con huevos medianos.

El destino como aves reproductoras previsto para los cruzamientos simples tornó necesario evaluar tanto su fertilidad como la incubabilidad de sus huevos. El éxito del proceso de incubación artificial de los huevos de gallina se mide en términos del número de pollitos viables de un día obtenidos a la finalización del mismo (Antruejo y col., 1996). Entre los múltiples factores a atender en la búsqueda de una incubación exitosa se encuentra, como ya se mencionó, el peso del huevo, dado su impacto sobre el tamaño y la calidad del pollito BB, con valores recomendados para esta variable comprendidos dentro del rango de 52 a 68 g (Wilson, 1981). La práctica de embriodiagnos, al permitir determinar la condición de fértiles o infértiles de los huevos no eclosionados, como así también la edad a la que se produjo la muerte embrionaria en el caso de aquellos identificados como fértiles, permite ensayar soluciones para prevenir la reiteración del problema. En los resultados de la misma se

combinan cuestiones asociadas a las condiciones propias del huevo a incubar (desinfección, temperatura de almacenamiento, lapso de almacenamiento etc.), al manejo correcto de la incubadora y la nacedora (temperatura, humedad, ventilación, recuentos bacteriológicos en aire y paredes y pérdidas de humedad del huevo durante la incubación), como así también a la planta de incubación en su conjunto (Sardá Jova y Vidal Pavón, 2003; Sandoval y col., 2005).

Por su propia definición los valores de fertilidad sólo pueden ser imputables a cuestiones vinculadas con los reproductores –genotipo, nutrición, estado sanitario, edad, estrés, relación machos:hembras- (Alsobayel y Albadry, 2012); mientras que los de incubabilidad se vinculan con el manejo del huevo fértil (tiempo de conservación, temperatura, humedad) y con el proceso de incubación en sí (temperatura, humedad, ventilación, volteo, fumigación, transferencia a las nacedoras). Finalmente la viabilidad surge como producto de la combinación de fertilidad e incubabilidad (Ricaurte Galindo, 2005), sin dejar de considerar, en todos los casos, aquellos aspectos vinculados con el respeto a ineludibles normas de bioseguridad.

Los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR se evaluaron por su utilidad como potenciales genotipos maternos del producto final de doble propósito, en comparación con las poblaciones Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Blanca, por lo cual el objetivo final en este caso es la cantidad de pollitos nacidos por hembra alojada. Si bien los resultados obtenidos del estudio de la incubación realizada en tres edades diferentes, muestran que no existen diferencias significativas respecto a la edad y al genotipo, Casilda CP presentó mejores resultados de nacimientos que Casilda CR, logrando un 20 % más de pollitos por hembra alojada.

Los valores observados en el caso de las hembras producto de los cruzamientos simples son similares a los publicados por Arce González y col. (2011), quienes analizaron los resultados obtenidos del proceso de incubación de los huevos de gallinas camperas generadas a partir de cruzamientos de razas pesadas en el Instituto de Investigaciones Avícolas de Cuba y gallinas semirrústicas producto de cruzamientos basados en aves autóctonas de traspatio, y constataron un mejor comportamiento de las aves semirrústicas con una incubabilidad de sus huevos del 77,9% frente a un 71,8% de las camperas.

En lo que a la fertilidad se refiere, Casilda CR presentó en las tres edades evaluadas valores inferiores a Casilda CP. Rigonato (2014), trabajando con dos poblaciones sintéticas de reproductoras camperas informó valores entre 87,3 y 88,6, intermedios a los mencionados.

Si se consideran los tres caracteres evaluados -fertilidad, incubabilidad y nacimientos- los valores registrados son similares a los publicados por Kamamli y col. (2010), superiores a los informados por Jerez Salas y col. (2014) para gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en México y Guerra Casas y col. (2014) en gallinas livianas, semirrústicas y pesadas en Cuba, pero inferiores a los mencionados por Islam y col. (2002).

Si se toman en consideración los valores reproductivos finales, corregidos luego de haber llevado a cabo la embriodiagnosís- sin considerar otras cuestiones relevantes como ser la producción total de huevos- ambos cruzamientos simples mostraron un desempeño aceptable para ser utilizadas como reproductoras, en particular Casilda CP.

Álvarez y col. (2010) caracterizaron, en base a su embriodiagnosís, cinco estirpes maternas de gallinas reproductoras camperas (A, E, CE DE, ES) evaluadas a las 32 semanas de edad (primer ciclo de postura). El estudio se realizó en 100 hembras de cada grupo, utilizando como línea paterna machos de la misma estirpe. Se registró el descarte de huevos para incubar, según calidad externa (% de rotos y porosos, deformes, chicos y grandes), el % de fertilidad (huevos fértiles/huevos incubados), incubabilidad (huevos nacidos/huevos fértiles) y viabilidad (huevos nacidos/huevos incubados). Sobre los huevos fértiles no nacidos, se identificaron las tres mismas fases de mortalidad: fase 1 (1 al 4 día), fase 2 (5 al 17 día) y fase 3 (18 al 21 día), de acuerdo con Plano (2003). Se observaron diferencias significativas en la proporción de huevos descartados, correspondiendo el menor valor (5,6%) a la estirpe ES y el mayor (15,3%) a la estirpe DE. No se observaron diferencias significativas en fertilidad (90,0-93,5%), incubabilidad (79,0-86,3%), nacimientos (73,6-77,6%), ni en la etapa de la incubación en la que tuvieron lugar las pérdidas. Los valores observados son, en términos generales, coincidentes con los relevados en el caso de los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR. Los autores concluyeron que en dicha edad las estirpes difieren en la proporción de huevos descartados posiblemente debido a que están en el inicio de la postura, pero serían equivalentes en términos de su comportamiento durante la incubación.

Fain Binda y col. (2011) estudiaron el comportamiento dinámico de la fertilidad de las mismas cinco sintéticas maternas a partir del ajuste lineal de los datos fertilidad versus edad cronológica de las aves entre las 32 y las 59 semanas de edad. Todas las pendientes fueron negativas y significativas indicando una disminución de la fertilidad de los huevos con la edad de la gallina. A su vez las poblaciones evaluadas presentaron diferencias notorias en el comportamiento dinámico de la variable que los autores adscribieron, en principio, a razones

de índole genética en tanto todas las aves fueron criadas en forma contemporánea, en las mismas condiciones ambientales.

Galíndez y col. (2012) evaluaron mediante ovoscopia y embriodiagnosia la fertilidad de los huevos de cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas. Si bien se observaron diferencias entre genotipos, con valores promedio superiores al 75%, similares a los observados en Casilda CR y algo menores a los registrados en Casilda CP, en todos los casos la fertilidad de los huevos presentó un comportamiento errático que los autores atribuyen a cambios en el programa alimenticio, y una tendencia decreciente con el aumento de la edad de las aves.

Por último, la caracterización de los cruzamientos experimentales incluyó dos aspectos adicionales. El primero de ellos, relacionado con la rusticidad de los mismos, se refiere al análisis de supervivencia. El segundo, vinculado con su condición de aves doble propósito, se relaciona con su condición corporal al momento del descarte ya sea como reproductoras o como ponedoras.

En lo referente al análisis de supervivencia, las aves de alta postura, han sido seleccionadas para comenzar su vida productiva a edades tempranas, con un desarrollo precoz, persistencia en postura, alta viabilidad y buena eficiencia económica (Guerra, 2000).

Al analizar esta característica, se debe diferenciar el destino que tiene la producción, si es para huevo fértil o para consumo, dado que el impacto que tiene la pérdida de animales, es mayor en el primer caso (reproductoras) que en el segundo (aves en producción).

En relación con la viabilidad, los cruzamientos evaluados, mostraron una pobre supervivencia, con un mínimo de 51,3% en el caso de Casilda CR y un máximo de 65,5% para Caseros II, en comparación con los valores mencionados por los manuales de manejo de reproductores pesados Ross (Aviagen, 2011) que no superan el 13% de mortalidad o con el 13,9% informado por Poole (2003) para reproductoras pesadas en EE.UU. Posiblemente la menor sobrevivencia de las aves en evaluación haya estado vinculada al manejo en jaula de aves pesadas en climas cálidos. El alojamiento en jaula obedeció a la necesidad de llevar a cabo el control individual de las aves en el marco de su caracterización productiva integral. A este respecto debe tenerse en cuenta que los genotipos evaluados están pensados para producir en el marco de sistemas semiextensivos que buscan preservar el bienestar animal, con acceso a espacios abiertos. De intentar su utilización en ambientes confinados se debería considerar introducir las estrategias de control ambiental comunes en sistemas más intensivos. Valores

de supervivencia aceptables son los del 91 y 91,6 % mostrados por las poblaciones de referencia Negra INTA y Rubia INTA, respectivamente, en uno de los años.

Las poblaciones evaluadas superaron holgadamente en valores de mortalidad a los informados por diferentes autores, como Aquino (1996), quien menciona un 25 % de mortalidad para gallinas criollas “pesadas” y un 18,8% para gallinas criollas “livianas” en un sistema de producción de traspatio, o Silva (1995), que menciona una mortalidad de gallinas criollas del 3%, en un trabajo realizado en un sistema de traspatio.

Con respecto a la condición corporal, como se enfatizó en reiteradas oportunidades, para los sistemas de producción avícola orgánica o ecológica se han propuesto poblaciones doble propósito. En el marco de su utilización en programas de asistencia a poblaciones con necesidades básicas insatisfechas, y vinculado al concepto de seguridad alimentaria, además de su aptitud como ponedoras, las hembras de estos genotipos particulares también tienen valor para la producción de carne como gallinas de descarte. En base a evidencia derivada de estudios en faisanes (Reynolds, 1997) que indica que el desarrollo de los músculos de la pechuga representa un indicador confiable de la movilización proteica requerida para la producción de huevos, hecho que se traduce en el consiguiente grado de atrofia muscular, Gregory y Robins (1998) desarrollaron una escala basada en la palpación de la protuberancia de la quilla para evaluar el desarrollo de los músculos de la pechuga a lo largo de su borde ventral así como también la concavidad o la convexidad del contorno de dichos músculos, que permite categorizar la condición corporal de las gallinas en distintos momentos del ciclo de postura.

La evaluación de la condición corporal al final del primer ciclo de postura como un estimador del potencial carnívorico de las diversas poblaciones experimentales, mostró para los tres tipos de cruzamientos el efecto de la incorporación de genes Cornish Blanco en tanto aquellas combinaciones con un aporte de 50% de esta raza pesada –cruzamientos simples y cruzamientos recíprocos entre los mismos- no presentaron representantes en la categoría 0 y aquellos con un 25% de genes de dicho origen –cruzamientos de tres vías- presentaron un mínimo de individuos en la misma en comparación con las correspondientes poblaciones contemporáneas utilizadas como referencia: Rhode Island Blanca, Plymouth Rock Barrada, Negra INTA y Rubia INTA. Este comportamiento estuvo directamente vinculado con el peso corporal al momento del descarte correspondiendo mejor condición corporal a las aves de mayor peso a las 52 semanas de edad. Si bien los resultados muestran el efecto esperado del

peso vivo sobre el estado corporal, tal relación presenta ciertas particularidades de manera tal que poblaciones con pesos promedio similares pueden diferir o no en la proporción de aves en cada una de las categorías. Por ejemplo, al discriminar a las aves en cuatro grupos de acuerdo a su peso corporal (cuartiles de peso), los cruzamientos simples no presentaron aves en categoría 0 ni aún en los cuartiles inferiores, los cruzamientos de tres vías, con pesos corporales promedio similares a los cruzamientos simples, en particular a Casilda CP, presentaron aves de categoría 0 en los cuartiles 1 y 2, y Caseros I, con un peso similar a Casilda CR no presentó aves de la mínima categoría de estado corporal en el primer cuartil de peso aunque sí lo hizo en el segundo. En el caso de Rhode Island Blanca y Plymouth Rock Barrada todas las aves pertenecientes al primer cuartil de peso categorizaron 0 pero, al aumentar el peso corporal las aves de esa categoría presentaron una franca disminución en el caso de Rhode pero no así en el caso de Plymouth. Con respecto la Categoría 3, Caseros I y Caseros II, en consonancia con su elevado peso, presentaron una alta proporción de aves en la misma. Sin embargo Caseros I y Casilda CR, con similar peso corporal e igual proporción de genes Cornish Blanco, presentaron diferente distribución de las aves en las categorías superiores de condición corporal observándose igual proporción de aves en ambas categorías en el primer caso y un predominio de aves de Categoría 3 en el cruzamiento simple. De igual manera, Casilda DT y Casilda DM, pese a no diferir en el peso corporal promedio, mostraron también diferente distribución en las cuatro categorías de estado corporal.

El comportamiento observado en el híbrido Casilda CP, con un peso corporal similar al de los cruzamientos de tres vías, pero sin representantes en la categoría 0, permite especular que el umbral de peso entre las categorías 0 y 1 se encontraría cercano a los 2800 g. Si bien la diferencia en el peso promedio entre los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR no alcanzó el significado estadístico, este último genotipo presentó una mayor proporción de aves en categorías más altas. En cambio, una diferencia en peso de aproximadamente la misma magnitud (200 g) no se tradujo en diferencias en la proporción de aves en las distintas categorías en el caso de las poblaciones Casilda I y Casilda II. Como orientación podría decirse entonces que por debajo de 2800g es dable esperar cierta proporción de aves con baja condición corporal a la faena (categorías 0 y 1) mientras que pesos superiores a los 3000g pueden traducirse o no en una mejora en la categorización por estado. Además de esta evaluación subjetiva que sólo incluye el desarrollo de los músculos de la pechuga, la mejor condición corporal asociada a un mayor peso podría traducirse en una mayor deposición de

grasa. A este respecto, el estudio del comportamiento del peso absoluto y relativo del depósito graso abdominal como indicador del contenido de grasa corporal en cuatro de estas poblaciones Casilda DT y Casilda DM (Canet y col., 2008) y Caseros I y Caseros II (Canet y col., 2009) puso de manifiesto, en ambos casos, una menor deposición de grasa en los cruzamientos experimentales en comparación con Negra INTA y Rubia INTA que no incluyen genes de origen Cornish hecho posiblemente asociado a que los cruzamientos experimentales mencionados se mantuvieron con restricción al acceso de alimento mientras que las ponedoras autosexantes estuvieron en ambiente *ad libitum*.

Advínculo y col. (2015a) evaluaron la condición corporal a las 65 semanas de edad de dos poblaciones de reproductoras camperas: la sintética E utilizada como madre del pollo Campero INTA tradicional y un híbrido simple entre las sintéticas ES y A utilizadas como madre del cruzamiento final de tres vías Campero Casilda. Si bien no se observaron aves de categoría 0 en ninguna de las dos poblaciones, la condición corporal final no fue independiente del grupo genético en tanto la sintética E presentó un 8% de aves de categoría 1, un 51% en categoría 2 y un 41% en categoría 3; mientras que en las híbridas (ESxA) los valores fueron del 1%, del 19% y del 80%, respectivamente. En ambos grupos genéticos las aves de las diferentes categorías se diferenciaron en su peso corporal. Si bien no se observaron diferencias significativas entre grupos genéticos en el peso promedio de las aves de categoría 2, las gallinas híbridas de Categoría 3 fueron más pesadas que las de la sintética E de igual categoría. En ambos casos las aves de categoría 2 presentaron un peso promedio superior a los 2800 g, mientras que las de categoría 1 pesaron, en promedio, 2500g.

Teniendo en cuenta que según la Disposición 03/2013 de la Dirección Nacional de Sanidad Animal del SENASA, el destino final de las aves de postura es la faena, además de su utilidad directa como productoras de huevo y, en el caso particular de los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR, de su utilidad indirecta como potenciales progenitores de las restantes poblaciones evaluadas, las aves producto de estos cruzamientos experimentales presentan al final de su ciclo productivo, un interesante valor carnicero de trascendencia en el marco de los programas de asistencia alimentaria a grupos con necesidades básicas insatisfechas al que se destinan estas ponedoras.

CONCLUSIONES

En la avicultura de postura, tanto la generación de aves reproductoras como la de aquellas que se destinan a la producción de huevos para consumo requiere la identificación, mediante técnicas diversas, del sexo de los pollitos al nacimiento a los fines de conservar las hembras y eliminar los machos dado que estos últimos no son aptos -ni por su escasa velocidad de crecimiento ni por su inadecuada conformación corporal- para la producción de carne. Esta práctica, ampliamente difundida en la producción avícola industrial intensiva en todo el mundo, implica el sacrificio anual de millones de aves lo que no sólo genera rechazo en parte de la población preocupada por el bienestar animal sino que representa una contradicción cuando se la aplica en el marco de programas de asistencia a sectores vulnerables de la población con necesidades básicas insatisfechas. Teniendo en cuenta esta circunstancia, es que se generaron seis genotipos de aves doble propósito destinadas a sistemas semiextensivos, cuyas hembras fueron evaluadas por su comportamiento reproductivo en ciertos casos y productivo en otros. Considerando a los híbridos simples Casilda CP y Casilda CR como reproductores, el primero de ellos, producto de la cruce de machos Cornish Blanco por gallinas Plymouth Rock Barradas, se presenta como la mejor opción según los caracteres evaluados dado que, si bien con respecto a la madurez sexual, Casilda CR es siete días más precoz, produce huevos más livianos, hecho que resulta desventajoso teniendo en cuenta el impacto que ello tiene en el tamaño del pollito BB y su posterior ganancia de peso. Respecto al peso corporal, el mismo no sólo es menor a la madurez sexual en Casilda CP, lo cual es ventajoso dada la correlación negativa que existe con la producción de huevo, sino que además es más uniforme tanto si se utiliza como indicador el coeficiente del 10% como el del 15%. Con respecto a los caracteres productivos, Casilda CP, aún cuando tarda más tiempo en alcanzar el pico de postura logra un mayor porcentaje de huevos en el mismo, el peso del huevo es mayor en las dos edades evaluadas y su índice de forma se mantiene dentro de los valores indicados para huevos incubables siendo estos, en su mayor parte, huevos redondeados. También fue la combinación que mostró mejores porcentajes relativos de incubabilidad y nacimientos y mayor supervivencia. En lo que respecta a su condición corporal al finalizar su ciclo productivo, ambos cruzamientos simples fueron similares. Finalmente, en base a los resultados encontrados, los porcentajes de postura no fueron los esperados, por lo que, bajo otras circunstancias, no sería recomendable su utilización como reproductores existiendo, en este sentido, alternativas más eficientes. Pese a ello, y tomando en consideración que el objetivo en este caso es generar un cruzamiento

experimental de tres vías de doble propósito basado en la utilización de las estirpes de razas asimiladas disponibles en el núcleo genético de la Sección Aves de la EEA INTA Pergamino y no evaluar estos cruzamientos simples para su utilización como reproductores independientemente de dicho propósito, es que Casilda CP se presenta como el cruzamiento de elección. En lo que a los cruzamientos de tres vías y a los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples como potenciales ponedoras se refiere, respecto a las poblaciones de referencia Negra y Rubia INTA y frente a los resultados observados, la recomendación sería que las hembras de estas poblaciones se destinen a faena en forma conjunta con los machos contemporáneos del mismo genotipo. Pero, una vez más, si el objetivo es generar poblaciones doble propósito, y teniendo siempre en mente la trascendencia que la incompatibilidad genética entre crecimiento y reproducción tiene en este tipo de poblaciones, la mejor opción es el cruzamiento de tres vías Casilda Doña Teresa, en tanto el mismo supera en todos los caracteres productivos a las otras tres alternativas, incluyendo también el menor porcentaje de mortandad, lo cual tiene sentido dado que Caseros I y Caseros II recuperan genes Cornish y, a excepción de los resultados para condición corporal donde Caseros II presenta la mejor opción, no hace más que reafirmar el antagonismo que existe entre producción y reproducción. Además, esta opción hace uso como genotipo materno del cruzamiento simple de elección: Casilda CP. El sistema resultante debería, en consecuencia, hacer uso de machos Cornish Blanco y hembras Plymouth Rock Barradas para generar un cruzamiento simple cuyos machos se destinarían a faena y sus hembras se reservarían como reproductoras a los fines de cruzarlas con gallos Rhode Island Red para dar lugar, como producto final, a la población doble propósito. En este esquema los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples no jugarían papel alguno en tanto no se dispondría ni de machos ni de hembras Casilda CR para generarlos. Al mismo tiempo, este hecho determina que no se podría hacer más eficiente el empleo de la población de aves Rhode Island Red disponible en el Núcleo, de la que sólo se utilizan los machos como padres de las dos versiones de ponedoras camperas autosexantes, en tanto las hembras no participarían como madres del respectivo cruzamiento simple. Por último debe mencionarse que de persistirse en la intención de generar opciones doble propósito a partir del material genético disponible, y teniendo en cuenta la escasa información con la que se cuenta respecto de los requerimientos nutricionales de estas poblaciones camperas, junto con otras cuestiones de importancia productiva entre las que sobresalen sus patrones de crecimiento y oviposición, se deberían poner en marcha

estrategias experimentales tendientes a evaluar en mayor profundidad estas cuestiones a fin de diseñar, por ejemplo, un manejo de la restricción que asegure un aporte eficiente de nutrientes. Un ajuste del manejo ambiental podría generar resultados productivos que contribuyeran a una mejor valoración de las mismas como aves doble propósito, con una aceptable producción de huevos por parte de las hembras y una buena aptitud carnífera en el caso de los machos. Finalmente, la evaluación antes mencionada debería considerar que se trata de aves destinadas a producir en un ambiente diferente del propio de los sistemas intensivos y, tomando en consideración la presencia de potenciales aportes de las interacciones y correlaciones genotipo-ambiente habitualmente presentes, la misma debería llevarse a cabo en el mismo ambiente en el que se pretende utilizarlas productivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Abad JC, Saravia J. Mejora de la uniformidad en recría. Revista AviNews, abril 2014, pp. 58-64.
- 2.- Abbas AS, Gasm Elseid AA, Ahmed MKA. Effect of body weight uniformity on the productivity of broiler breeder hens. Int J Poult Sci 2010; 9 (3): 225-30.
- 3.- Abanikannda OTF, Olutogun O, Leigh AO, Ajayi LA. Statistical modeling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. Int J Poult Sci 2007; 6 (1): 59-63.
- 4.- Abudabos A. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. Int J Poult Sci 2010; 9 (3): 231-235.
- 5.- Adams CJ, Bell DD. Predicting poultry egg production. Poult Sci 1980; 59 (4): 937-8.
- 6.- Adams CJ, Bell DD. A model relating egg weight and distribution to age of hen and season. J Appl Poult Res 1998; 7 (1): 35-44.
- 7.- Advínculo SA, Canet ZE, Librera JE, Acosta JE, Acevedo HJ, Dottavio AM, Di Masso, RJ. Condición corporal al finalizar el primer ciclo de postura en dos poblaciones de gallinas reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos. En: Actas de la IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario. 2015a.
- 8.- Advínculo SA, Canet ZE, Librera JE, Acevedo HJ, Acosta JE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Forma y tamaño del huevo de dos poblaciones de reproductoras camperas en dos edades del primer ciclo de postura. En Actas de la XVI Jornadas de Divulgación Técnico- Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR. Casilda, Santa Fe, 2015b.
- 9.- Advínculo SA, Canet ZE, Librera JE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Curvas de postura de dos poblaciones de gallinas reproductoras de primer ciclo destinadas a la producción de pollos camperos. Ajuste bietápico. En Actas de XVII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR. Casilda, Santa Fe, 2016a.
- 10.- Advínculo SA, Librera JE, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Curvas de postura de dos poblaciones de gallinas reproductoras de primer ciclo destinadas a la producción de pollos camperos. Ajuste no lineal. En Actas del XVIII Congreso y XXXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 2016b.
- 11.- Akbar MK, Gavora JS, Friars GW, Gowe RS. Composition of eggs by commercial size categories: effects of genetic group, age, and diet. Poult Sci 1983; 62 (6): 925-33.
- 12.- Akinwumi AO, Odunsi AA, Omojola AB, Akande TO, Rafiu TA. Evaluation of carcass, organ and organoleptic properties of spent layers of different poultry types. Bots J Agric Appl Sci 2013; 9 (1): 3-7.

- 13.- Alders RG, Pym RAE. Village poultry: still important to millions; eight thousand years after domestication. *Worlds Poult Sci J* 2009; 65: 181-90.
- 14.- Alsobayel AA, Albadry MA. Effect of age and sex ratio on fertility and hatchability of Baladi and Leghorn laying hens. *J Anim Plant Sci* 2012; 22 (1): 15-9.
- 15.- Altahat E, Al-Sharafat A, Altarawneh M. Factors affecting profitability of layer hens enterprises. *Am J Agric Biol Sci* 2012, 7 (1): 106-13.
- 16.- Altuntas E, Sekeroglu A. Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *J Food Eng* 2008; 85 (4): 606-12.
- 17.- Álvarez C, Antruejo AE, Canet ZE, Fain Binda V, Romera BM, Dottavio AM, Di Masso RJ. Embriodiagnosis en cinco estirpes maternas de reproductoras camperas. En *Actas del XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario, Santa Fe, 2010.
- 18.- Álvarez M, Zerpa C, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Peso y forma de huevo en dos híbridos simples de ponedoras con madre Fayoumi, en su primer ciclo de postura. En *Actas del II Congreso y XVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario, Santa Fe, 1996.
- 19.- Andersson M. Optimal egg shape in waders. *Ornis Fennica* 1978; 55: 105-9.
- 20.- Antruejo AE, Bonino M, Sceglia O. *Temas de Incubación*. Publicaciones Técnicas CAPIA (Cámara Argentina de Productores Avícolas), 1996.
- 21.- Aquino CA. 1996. Evaluación del comportamiento de dos grupos de gallinas criollas y mejoradas bajo condiciones de traspatio. Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca No. 23 Oaxaca, México. 1996.
- 22.- Arad Z, Marder J. Differences in egg shell quality among the Sinai Bedouin fowl, the commercial white leghorn and their crossbreds. *Br Poult Sci* 1982; 23 (2): 107-12.
- 23.- Arce González MA, Le Thi D, Morales T, Camacho M de la C, Avello E, Peña Rodríguez FI, Tandrón E. Comparación de indicadores de incubación artificial entre huevos de gallinas camperas y semirústicas en la provincia de Villa Clara, Cuba. *REDVET. Rev Electron Vet* 2011; 12 (12): 1-8.
- 24.- Arthur JA. Producción de huevos. La edad de la madurez sexual. *Poult Int* 1986; 25 (3): 64-6.

- 25.- Arthur JA, Albers GAA. Industrial perspectives on problems and issues associated with poultry breeding. En: Poultry genetics, breeding and biotechnology. WM Muir y SE Aggrey editores. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2003.
- 26.- Avendaño S. Avances genéticos en reproductoras y pollos de engorde. En Actas del XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil. Ecuador. 2015. Disponible en: <http://www.engormix.com/avicultura/articulos/avances-geneticos-reproductoras-pollos-t32637.htm>. Consultado en Noviembre de 2016.
- 27.- Aviagen. Manual de manejo del pollo de carne Ross (pág.72). 2010. Disponible en http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf. Consultado en julio de 2016.
- 28.- Aviagen. Reproductoras Ross. Objetivos de Rendimiento. 2011. Disponible en http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-Reproductoras-Objetivos-de-Rendimiento-2011_SP.pdf. Consultado en abril de 2016.
- 29.- Azcona JO, García PT, Cossu ME, Iglesias BF, Picallo A, Pérez C, Gallinger CI, Schang MJ, Canet ZE. Meat quality of Argentinean “Camperos” chicken enhanced in omega-3 and omega-9 fatty acids. *Meat Sci* 2008; 79 (3): 437-43.
- 30.- Bain MM, Solomon SE. Cracking the secret of eggshells. *New Scientist* 1991; 129: 27-9.
- 31.- Bar A, Razaphkovsky V, Vax E. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *Brit Poult Sci* 2002; 43: 261-9.
- 32.- Barbato GF. Genetic relationships between selection for growth and reproductive effectiveness. *Poult Sci* 1999; 78: 444–52
- 33.- Barta Z, Székely T. The optimal shape of avian eggs. *Funct Ecol* 1997; 11 (5): 656-62.
- 34.- Bassler AW. Organic broilers in floorless pens on pasture. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 2005.
- 35.- Bessei W. Welfare of broilers: a review. *Worlds Poult Sci J* 2006; 62 (3): 455-66.
- 36.- Bierdermann G, Petersen A, Lange K. Analysis of the results of random sample tests for laying hens in Hessa during thirty years. *Arch Geflügelkd* 1997; 61:97–105.
- 37.- Bindya LA, Murthy HNN, Jayashankar MR, Govindaiah MG. Mathematical models for egg production in an Indian colored broiler dam line. *Int J Poult Sci* 2010; 9 (9): 916-9.

- 38.- Boerjan M. Manejo de la ventana de nacimiento. 2015. Disponible en: <http://avicultura.info/manejo-de-la-ventana-de-nacimiento/>. Consultada en Enero de 2016.
- 39.- Bonino MF. Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA EEA Pergamino. 1997.
- 40.- Bonino MF, Canet ZE. El pollo y el huevo campero. INTA. 1999.
- 41.- Bornstein S, Plavnik I, Lev Y. Body weight and/or fatness as potential determinants of the onset of egg production in broiler breeder hen. *Br Poult Sci* 1984; 25 (3): 323-41.
- 42.- Brake JT. Nutrición del broiler, de productores pesados y abuelos. En *Actas del XVI Congreso Latino Americano de Avicultura*, Lima, Perú. 1999, pp. 80-9.
- 43.- Bramwell K. Breeder flock uniformity can make a difference. 2003. Disponible en: <http://poultryandeggnews.com/poultrytimes/focus/july2003/608568.html>. Consultado en enero de 2017.
- 44.- Brody S. Bioenergetics and growth. Hafner Pub. Co., New York, pp: 524-543, 1964.
- 45.- Brody TB, Siegel PB, Cherry JA. Age, body weight and body composition requirements for the onset of sexual maturity of dwarf and normal chickens. *Br Poult Sci* 1984; 25(2): 245-52.
- 46.- Bruijnjs MRN, Blok V, Stassen EN, Gremmen HGJ. Moral “Lock-In” in responsible innovation: The ethical and social aspects of killing day-old chicks and its alternatives. *J Agric Environ Ethics* 2015; 28: 939–60.
- 47.- Cahaner A, Nitzan Z, Nir I. Reproductive performance of broiler lines selected on abdominal fat. *Poult Sci* 1986; 65: 1236-42.
- 48.- Campo JL, Dávila S G, Gil M G, Muñoz I. Correlación genética y fenotípica entre asimetría fluctuante, inmovilidad muscular y cociente de leucocitos en gallinas. En *Actas de las XXXIX Jornadas de Estudio y XIII Jornadas sobre Producción Animal*. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Zaragoza, España. 12 y 13 de Mayo de 2009, pp. 105-7.
- 49.- Cámpora L, Faletti C, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Efectos heteróticos y recíprocos para caracteres productivos a la madurez sexual en gallinas ponedoras. En *Actas de la XIX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario, Santa Fe, 1999.

- 50.- Canet ZE, Advínculo SA, Fernández R, Martines A, Librera JE, Dottavio AM, Di Masso RJ. 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* 2014; 4 (1): 7-12.
- 51.- Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Estudio genético de caracteres de forma y tamaño del huevo en gallinas ponedoras de diferente genotipo en dos edades del primer ciclo de postura. En *Actas de la Primera Jornada y IX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario (Santa Fe), 1989.
- 52.- Canet ZE , Dottavio AM, Fain Binda MV, Romera BM, Di Masso RJ. Análisis dinámico del peso corporal de cinco estirpes maternas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos. En *Actas del XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura*. Buenos Aires, 2011.
- 53.- Canet ZE, Fain BindaV, Romera BM, Terzaghi AL, Di Masso RJ. Grasa abdominal em dos poblaciones experimentales de ponedoras camperas categorizadas por estado corporal al finalizar el primer ciclo de postura. En *Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario*. Casilda, (Santa Fe), 2009.
- 54.- Canet ZE, Fain BindaV, Terzaghi AL, Di Masso RJ. Condición corporal de ponedoras camperas al finalizar su primer ciclo de postura. *RAPA Rev Arg Prod Anim* 2008; 28 (Supl. 1): 131-2.
- 55.- Canet ZE, Librera JE, Fain Binda V, Dottavio AM, Di Masso RJ. Restricción alimenticia y peso corporal de reproductoras de diferentes poblaciones sintéticas utilizadas como genotipos maternos en la producción de pollos camperos. En *Actas de las XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario*. Casilda (Santa Fe), 2012.
- 56.- Canet ZE, Pire L, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Caracterización de una población base de gallinas ponedoras. I. Variables productivas a la madurez sexual. En *Actas de la XV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario (Santa Fe), 1995.
- 57.- Canet ZE, Terzaghi AL. Pollo Campero INTA. *IDIA XXI* 2003; 5: 46-9.
- 58.- Canon M. Bienestar Animal en aves y su impacto en la productividad. 2013. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/articulos/bienestar-animal-aves-impacto-t5224/124-p0.htm> . Consultado en Junio de 2016.
- 59.- Carrasco JL, Hernán MA. Estadística multivariante en las ciencias de la vida. Ed. Ciencia 3, S.L. Madrid, 1993.

- 60.- Carter TC, Jones RM. The hen's egg: shell shape and size parameters and their interrelations. *Br Poult Sci* 1970; 11 (2): 179-88.
- 61.- Cason JA, Ware GO. Analysis of flock egg production curves using generalized growth functions. *Poult Sci* 1990; 69 (7): 1054-69.
- 62.- Castañeda Benjumea CM, Gómez JE. Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown en tres modelos de producción: piso, jaula y pastoreo. *Rev. Ciencia Animal* 2010; 3: 9-22.
- 63.- Castelló Llobet JA, Pontes Pontes M, Franco González F. Producción de huevos. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989.
- 64.- Chambers JR. Genetics of growth and meat production in chickens. En: R.D. Crawford (ed.) *Poultry Breeding and Genetics*, Elsevier, Amsterdam. 1990.
- 65.- Chatterjee R, Sharma RP, Mishra A, Dange M, Bhattacharya TK. Association of microsatellites with growth and immuno-competence traits in crossbred layer chickens. *J oult Sci* 2008; 45 (3): 186-91.
- 66.- Cheema MA, Qureshi MA, Havenstein GB. 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. *Poult Sci* 2003; 82: 1519-29.
- 67.- Clayton GA, Robertson A. Genetics of change in economic traits during the laying year. *Br Poult Sci* 1966; 7 (2): 143-51.
- 68.- Cobb-Vantress. Guía de manejo de la incubadora. 2013. Disponible en: [http:// www.cobb-vantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf](http://www.cobb-vantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf). Revisado en marzo de 2016.
- 69.- Cobb-Vantress. Guía de manejo de reproductoras. 2013. Disponible en: http://www.cobb-vantress.com/languages/guidefiles/083d90c9-a39f-4f6b-a6b0-396a1f84e203_es.pdf. Revisado en febrero de 2016.
- 70.- Congleton WR, Chamberlain JT, Muir FV, Hawes RO. Limitations of using the incomplete gamma function to generate egg production curves. *Poult Sci* 1981; 60: 689-91.
- 71.- Corona Kisboa JL. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *REDVET Rev Electrón Vet* 2013; 14 (7). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070713.html>. Consultado en marzo de 2016.
- 72.- Cowen NS, Bohren BB, McKean HE. Increase in pullet egg size with age. *Poult Sci* 1964; 43 (2): 482-6.

- 73.- Crandall PG, Seideman S, Ricke SC, O'Bryan CA, Fanatico AF, Rainey R. Organic poultry: Consumer perceptions, opportunities, and regulatory issues. *J Appl Poult Res* 2009; 18: 795-802
- 74.- de Avila VS, Rosa PS. Manejo de poedeiras no sistema agroecológico de produção. Em: Pereira de Figueiredo EA y de Avila VS, editores *Produção agroecológica de frangos de corte e galinhas de postura*. Embrapa, Concordia, 2001.
- 75.- Decuypere E, Bruggeman V, Barbato GF, Buyse J. Growth and reproduction problems associated with selection for increased broiler meat production. En: *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. WM Muir y SE Aggrey editores. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2003.
- 76.- de Haan C, Steingield H, Blackburn H. *Livestock and the environment: finding a balance*. FAO. Banco Mundial, USAID. 1998.
- 77.- Delgado C, Rosegrant M, Steingield Shui Courbois C. *Livestock 2020. The next food revolution*. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28. IFPRI, FAO e ILEA; 1999.
- 78.- del Puerto M, Cabrera MC, Saadoun A. Variaciones de color, pH y Fe hemínico en la carne de ave fresca en función del tipo de músculo y del sistema de producción. *Agrociencia* 2007; Volumen Especial, IX Encuentro de nutrición y producción de animales monogástricos: 109-13.
- 79.- Di Masso RJ, Dottavio AM, Alvarez M, Font MT. Peso del huevo en función de la edad de postura en ponedoras híbridas con madre Fayoumi. En *Actas del XXVIII Congreso Argentino de Genética - Encuentro Latinoamericano de Bioética y Genoma Humano*. San Miguel de Tucumán, Tucumán, 1997.
- 80.- Di Masso RJ, Dottavio AM, Canet ZE, Font MT. Body weight and egg weight dynamics in layers. *Poult Sci* 1998; 77 (6): 791-6.
- 81.- Di Masso RJ, Dottavio AM, Font MT. Body weight and egg weight patterns in laying hens. *Com Biol* 1994; 12: 178.
- 82.- Di Masso RJ, Dottavio AM, Font MT. Patrón de crecimiento de gallinas híbridas con madre Fayoumi. *Noticiero de Biología* 1996; 4 (3): 178.
- 83.- Di Masso RJ, Peralta L. Dottavio AM, Font MT. Patrón de crecimiento en tres híbridos experimentales de gallinas ponedoras con diferente genotipo paterno. En *Actas de la XXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario, Santa Fe, 2001.

- 84.- Di Masso RJ, Puigsubirá CR, Dottavio AM, Badler CE, Font MT. Análisis genético del peso del huevo en gallinas ponedoras. Enfoque dinámico. En Actas de la XIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1993
- 85.- Dottavio AM. Genotipos híbridos alternativos para la producción de aves de carne aptas para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal, Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. 2017.
- 86.- Dottavio AM, Álvarez M, Advínculo SA, Martines A, Canet ZE, Di Masso RJ. Análisis dimensional del crecimiento en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. FAVE (Sección Ciencias Veterinarias) 2013; 12 (1): 53-70.
- 87.- Dottavio AM, Álvarez M, Canet ZE, Font MT, Di Masso RJ. Patrón de crecimiento de híbridos experimentales para la producción de pollo campero. Rev Arg Prod Anim 2007; 27 (2): 75-82.
- 88.- Dottavio AM, Cámpora L, Di Masso RJ, Font MT. Efecto del genotipo paterno sobre caracteres productivos a la madurez sexual en híbridos simples experimentales de gallinas ponedoras. En Actas de la XXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 2001a.
- 89.- Dottavio AM, Canet ZE, Faletti C, Peralta L, Font MT y Di Masso RJ. Peso corporal y peso del huevo en híbridos experimentales de gallinas ponedoras con diferente genotipo paterno. Análisis multivariado. BAG J Basic Appl Genet 2003; 15 (2): 55-61.
- 90.- Dottavio AM, Di Masso RJ. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. BAG J Basic Appl Genet, 2010; XXI (2) Art. 12.
- 91.- Dottavio AM, Di Masso RJ, Canet ZE, Font MT. Caracteres productivos a la madurez sexual en una población sintética de gallinas ponedoras. En Actas del XXIV Congreso Argentino de Genética y II Jornadas Argentino-Uruguayas de Genética. Posadas, Misiones, 1993.
- 92.- Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Patrón de crecimiento de gallinas ponedoras de diferente genotipo analizado con tres modelos matemáticos. En Actas del XXV Congreso Argentino de Genética, La Plata, Buenos Aires, 1994.
- 93.- Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Incorporación de genes Fayoumi en híbridos de tres vías de gallinas ponedoras y su efecto sobre el peso del huevo. En Actas del III Congreso Rosarino y XVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1998.

- 94.- Dottavio AM, Pagni C, Di Masso RJ, Font MT. Caracteres productivos a la madurez sexual en pollas híbridas y en sus líneas parentales. En Actas de la Primera Jornada y Novena Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1989.
- 95.- Dottavio AM, Peralta L, Faletti C, Di Masso RJ, Font MT. Peso corporal y peso del huevo en híbridos simples y de tres vías de gallinas ponedoras. InVet (Investigación Veterinaria) 2001b; 3 (1-2): 75-80.
- 96.- Ducrocq V, Besbes B, Protais M. Genetic improvement of laying hens' viability using survival analysis. Genet Sel Evol 2000; 32: 23-40.
- 97.- Duman M, Şekeroğlu A, Yıldırım A, Eleroğlu H, Camcı Ö. Relation between egg shape index and egg quality characteristics. Europ Poult Sci 2016; 80: 117-25.
- 98.- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J Dairy Sci 1989; 72: 68-78.
- 99.- El Sitio Avícola. 2012. Evaluación y clasificación de pollonas reproductoras para mejorar la uniformidad de la parvada. Disponible en: <http://www.Elsitioavicola.com/articles/2179/> Consultado en marzo de 2016.
- 100.- El Zubeir EA, Mohammed OA. Dietary protein and energy effects on reproductive characteristics of commercial egg type pullets reared in arid hot climate. Anim Feed Sci Technol 1993; 41 (2):161-5.
- 101.- Ernst RA, Mather FB. Effect of lighting and moving age on performance of leghorn pullets. J Appl Poult Res 1992; 1 (3): 291-5.
- 102.- Etches RJ. Reproducción Aviar. Ed. Acribia, Zaragoza, España, 1998. 348 pág.
- 103.- Fain Binda V, Canet ZE, Romera BM, Dottavio AM, Di Masso RJ. Fertilidad de cinco estirpes maternas de reproductoras destinadas a la producción de pollos camperos. Análisis longitudinal. En Actas del XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Buenos Aires. Argentina. 2011.
- 104.- Fain Binda V, Librera JE, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Análisis dinámico del peso del huevo en los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollo campero. En Actas de las XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe). 2012.
- 105.- Fairfull RW. Heterosis. In: Crawford R.D., editor. Poultry breeding and genetics. Amsterdam: Elsevier; 1990; 913-33.

- 106.- Fairfull RW, Gowe RS. Genetics of egg production in chickens. In: Crawford R.D., editor. Poultry breeding and genetics. Amsterdam: Elsevier; 1990; 705-59.
- 107.- Fanatico A, Born H. Label Rouge: Pasture-based poultry production in France. An ATTRA Livestock Technical Note; 2002. Disponible en [http://www.attra.ncat.org/ attrapubl/labelrouge.html](http://www.attra.ncat.org/attrapubl/labelrouge.html). Consultado en Agosto de 2016.
- 108.- FAO. 2001. In: Reuters, 19 Sept. 2001. Biodiversity shrinks as farm breeds die out. http://enn.com/news/wire-stories/2001/09/09182001/reu_farm_45000.asp. Consultado en abril de 2016.
- 109.- FAO. 2002. Avicultura familiar. Rev. Avicultura Profesional. 20 (7): 16-17. Disponible en: www.fao.org/ag/esp/revista/0203sp1.htm. Revisado en marzo de 2016.
- 110.- FAO. 2003. En Reuters, 19 de setiembre de 2001. Biodiversity shrinks as form breed die out. http://enn.com/news/wire-stories/2001//09/09182001/reu_farm45.000.asp.
- 111.- FAO, 2013. Revisión del desarrollo avícola. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>. Revisado en marzo de 2016.
- 112.- Festing MF, Nordskog AW. Response to selection for body weight and egg weight in chickens. Genetics 1967; 55 (2): 219-31.
- 113.- Fialho FB, Ledur MC. Segmented polynomial model for estimation of egg production curves in laying hens. Br Poult Sci 1997; 38 (1): 66-73.
- 114.- Fitzhugh HA. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J Anim Sci 1976; 42: 1036-51.
- 115.- Flock DK. Genetic and non-genetic factors determining the success of egg type breeding programs. En: Proceedings of 20th WPSA Congress, New Delhi, India, pp. 425-31.1996.
- 116.- Friedrich NO. Bienestar Animal. 2012. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_general/32-Bienestar_Animal.pdf. Consultado en Febrero del 2016.
- 117.- Frikha M, Safaa HM, Serrano MP, Arbe X, Mateos GG. Influence of the main cereal and feed form of the diet on performance and digestive tract of brown-egg laying pullets. Poult Sci 2009; 88 (5): 994-1002
- 118.- Frischknecht CO, Jull MA. Amount of breast meat and live and dressed grades in relation to body measurements in 12-week old purebred and crossbred chickens. Poult Sci 1946; 25 (4): 330-45.

- 119.- Froman DP, Feltmann AJ, McLean DJ. Increased fecundity resulting from semen donor selection based upon in vitro sperm motility. *Poult Sci* 1997; 76 (1): 73-7.
- 120.- Froman DP, Feltmann AJ, Rhoads ML, Kirby JD. Sperm mobility: A primary determinant of fertility in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Biol Reprod* 1999; 61(2): 400-5.
- 121.- Fumero JE, Godínez O, Arias R. Prueba comparativa de pollos híbridos camperos y comerciales en crianza intensiva. *Rev. Cubana Cienc Avíc* 2010; 34 (1): 29-36.
- 122.- Fundora O y Valdivie M. 1989. Efecto del gen del enanismo (dw) y del gen cuello desnudo (Na) en el comportamiento de pollas de reemplazo.1. Crianza en piso. *Rev Cubana Cienc Agric* 1989; 23: 277-83.
- 123.- Galíndez R, Peña I, Albarran A, Prospert J. Producción de huevos y fertilidad en cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas. *Rev Fac Agron (UCV)* 2012; 38 (3): 123-31.
- 124.- Garcés L. The 'Livestock Revolution' and its impact on smallholders. *Leisa Magazine* 2002; 7-9. Disponible en:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.610.9526 rep=rep1&type=pdf>.
 Consultado en noviembre de 2016.
- 125.- García AL. La producción familiar en el complejo avícola entrerriano: trayectorias, estrategias y transformaciones. En *Actas de las VII Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata "Argentina en el escenario latinoamericano actual: debates desde las ciencias sociales"*. 2012.
- 126.- García MC, Sánchez A, López A. Efecto de la uniformidad del lote en el comportamiento productivo de la ponedora White Leghorn. *Rev. Cubana de Cienc Avíc* 2002; 26: 53-6.
- 127.- Gavora JS, Parker RJ, McMillan I. Mathematical model of egg production. *Poult Sci* 1971; 50: 1306-15.
- 128.- Gilbert AB, Peddie J, Teague PW, Mitchell GG. The effect of delaying the onset of laying in pullets with a low calcium diet on subsequent egg production. *Br Poult Sci* 1978; 19 (1): 21-34.
- 129.- Godínez O, García AJ, Fumero JE, Plasencia L. Comportamiento de las estirpes que dan origen al pollo campero cubano. *Rev. Cubana de Cienc Avíc* 2006; 30 (2): 113-7.
- 130.- Godínez O, Trujillo Gil E, Villa JR, Fumero JE. Recursos zoogenéticos en Cuba. Su aporte a la seguridad alimentaria. *Rev. Cubana de Cienc Avíc* 2011; 35(2): 57-61.

- 131.- Gregory N, Robins J. A body condition scoring system for layer hens. *New Zealand J Agric Res* 1998; 41: 555-9.
- 132.- Groen AF. Breeding objectives and selection strategies for layer production. En: *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. WM Muir y SE Aggrey editores. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2003. Pág. 101.
- 133.- Grossman M, Bohren BB. Comparison of proposed growth curve functions in chickens. *Growth* 1982; 46 (3): 259-74.
- 134.- Grossman M, Grossman TN, Koops WJ. A model for persistency of egg production. *Poult Sci* 2000; 79 (12):1715–24.
- 135.- Guerra Casas LD, Uña Izquierdo F, Casas Rodríguez S, Rodríguez Álvarez M. Influencia de huevos pequeños y redondeados en la incubación de tres propósitos. *Rev Prod Anim* 2014; 26 (2): s/n.
- 136.- Guerra M. Factores que afectan la calidad del huevo. *Rev. Agricultura* 2000; 42: 38-42.
- 137.- Gura S. *Livestock Genetics Companies. Concentration and proprietary strategies of an emerging power in the global food economy*. Leage for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development, Ober-Ramstadt, Germany. 2007.
- 138.- Haque AKMA, Lyons JJ, Vandepopuliere JM. Extrusion processing of broiler starter diets containing ground whole hens, poultry by-product meal, feather meal or ground feathers. *Poult Sci* 1991; 70 (2): 234-40.
- 139.- Hartmann W. From Mendel to multi-national in poultry breeding. *Worlds Poult Sci J* 1989; 45 (1): 5-26.
- 140.- Havlíček M, Nedomová Š, Simeonovová J, Severa L, Křivánek I. On the evaluation of chicken egg shape variability. *Acta Univ Agric Silvic Mendelianae Brun* 2008; 56 (5): 69-74.
- 141.- Henneke DR. A condition score system for horses. *Equine Pract* 1985; 7 (8): 13-5.
- 142.- Hudson BP, Lien RJ, Hess JB. Effects of body weight uniformity and pre-peak feeding programs on broiler breeder hen performance. *J Appl Poult Res* 2001; 10: 24-32.
- 143.- Hunton P. Industrial breeding and selection. En: R.D. Crawford (ed.) *Poultry Breeding and Genetics*, Elsevier, Amsterdam. 1990.
- 144.- Hunton P. 100 years of poultry genetics. *Worlds Pout Sci J* 2006; 62 (3): 417-28

- 145.- Hy Line. Guía de manejo 2016. Disponible en: http://www.hyline.com/userdocs/pages/BRN_COM_SPN.pdf. Consultado en setiembre de 2016.
- 146.- Iqbal A, Akram M, Sahota AW, Javed K, Hussain J, Sarfraz Z, Mehmood S. Laying characteristics and egg geometry of four varieties of indigenous Aseel chicken in Pakistan. *J Anim Plant Sci* 2012; 22 (4): 848-52.
- 147.- Islam MS, Dutta RK. Egg quality traits of indigenous, exotic and crossbred chickens (*Gallus domesticus L.*) in Rajshahi, Bangladesh. *J Life Earth Sci* 2010; 5: 63-7.
- 148.- Islam MS, Howlider MAR, Kabir F, Alam J. Comparative assessment of fertility and hatchability of Barred Plymouth Rock, White Leghorn, Rhode Island Red and White Rock Hen. *Int J Poult Sci* 2002; 1 (4): 85-90.
- 149.- Jackson ME, Friars GW, Gavora JS, Lin CY, Gowe RS, McMillan I, Moran ET. Comparisons of control and selected strains, strain crosses, and commercial stocks of leghorns for egg production efficiency. *Poult Sci* 1986; 65 (1): 16-25.
- 150.- Jerez-Salas MP, Reyes-Sánchez M, Carrillo-Rodríguez JC, Villegas-Aparicio Y, Segura Correa J. Indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México. *Memorias del VIII Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica: Cambio climático, biodiversidad y desarrollo rural sostenible*. Murcia, España. 2009. pp: 1-9.
- 151.- Jones DR, Anderson KE, Davis GS. The effects of genetic selection on production parameters of single comb White Leghorn hens. *Poult Sci* 2001; 80 (8): 1139-43.
- 152.- Johnston SA, Gous RM. Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *Br Poult Sci* 2007; 48 (3): 347-53.
- 153.- Juárez Caratachea A, Ortiz Alvarado MA. Estudio de incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Rev Vet Méx* 2001; 32 (1): 27-32.
- 154.- Kamanli S, Durmus I, Demir S. Hatching characteristics of abnormal eggs. *Asian J Anim Vet Adv* 2010; 5 (4): 271-4.
- 155.- Katanbaf MN, Dunnington EA, Siegel PB. Restricted feeding in early and late-feathering chickens. 2. Reproductive responses. *Poult Sci* 1989; 68 (3): 352-8.
- 156.- Kerr CL, Hammerstedt RH, Barbato GF. Effects of selection for exponential growth rate at different ages on reproduction in chickens. *Avian Poult Biol Rev* 2001; 12 (3): 127-36.
- 157.- Kersey JH, Parsons CM, Dale NM, Marr JE, Waldroup PW. Nutrient composition of spent hen meals produced by rendering. *J Appl Poultry Res* 1997; 6: 319-24.

- 158.- Kgwatalala PM, Molapisi M, Thutwa K, Sekgopi B, Selemoge TP; Nsoso SJ. Egg quality characteristics and phenotypic correlations among egg quality traits in the naked neck, normal and dwarf strains of Tswana chickens raised under intensive management system. *Int J Environ Agric Res (IJOEAR)* 2016; 2 (8): 96-105.
- 159.- Knížetová H, Hyánek J, Hyánková L, Bělíček P. Comparative study of growth curves in poultry. *Genet Sel Evol* 1995; 27 (4): 365-75.
- 160.- Koelkebeck KW, Bell DD, Carey JB, Anderson KE, Darre MJ. Egg marketing in national supermarkets: Products, packaging, and prices–Part 3. *Poult Sci* 2001; 80 (4): 396-400.
- 161.- Koenen ME, Boonstra-Blom AG, Jeurissen SHM. Immunological differences between layer and broiler-type chickens. *Vet Immunol Immunopath* 2002; 89: 47-56.
- 162.- Kosba MA, Zeweil HS, Ahmed MH, Shabara SM, Debes AA. Selection for uniformity in Alexandria local chicken. 1. Response to selection. *Egypt Poult Sci* 2009; (29) (4): 1157-71.
- 163.- Kosba MA, Zeweil HS, Ahmed MH, Shabara SM, Debes AA. Selection for uniformity in Alexandria local chickens. 2. Correlated response for productive and reproductive traits. *Egypt Poult Sci* 2010; 30 (1): 114-36.
- 164.- Lampkin N. Organic poultry production. Welsh Institute of Rural Studies. University of Wales Aberystwyth. 1997.
- 165.- Lara LJ, Rostagno MH. Impact of heat stress on poultry production. *Animals (Basel)* 2013; 3 (2): 356- 69.
- 166.- Lay DC, Fulton RM, Hester PY, Karcher DM, Klar JB, Mench JA, Mullens BA, Newberry RL, Nicol CJ, O'Sullivan NP, Porter RE. Hen welfare in different housing systems. *Poult Sci* 2011; 90 (1): 278–294.
- 167.- Leclercq B, Kouassi-Kouakou J, Simon J. Laying performance, egg composition and glucose tolerance of genetically lean or fat meat-type breeders. *Poult Sci* 1985; 64 (9): 1609-16.
- 168.- Lee TG, Williams SK, Solan D, Littell R. Development and evaluation of a chicken breakfast sausage manufactured with mechanically deboned chicken meat. *Poult Sci* 1997; 76 (2): 415-21.
- 169.- Leeson S, Summers JD. Effect of immature body weight on laying performance. *Poult Sci* 1987; 66 (12):1924-8.

- 170.- Leeson S, Summers JD. Broiler breeder production. Nottingham University Press, UK. 2000.
- 171.- Lerner IM. La base genética de la selección. Ed. Gea. Barcelona, 1964.
- 172.- Li S, Zadworny D, Aggrey SE, Kuhnlein U. Mitochondrial PEPCK: a highly polymorphic gene with alleles co-selected with Marek's disease resistance in chickens. *Anim Genet* 1998; 29 (5): 395-7.
- 173.- Librera JE, Álvarez M, Lucach S, Serrano C, Velázquez J, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Comportamiento del dimorfismo sexual en peso corporal en función de la edad en híbridos experimentales de pollos camperos. En *Actas del XIV Congreso y XXXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario, Santa Fe, 2012.
- 174.- Librera JE, Di Masso RJ, Canet ZE, Font MT, Dottavio AM. Crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia en pollos Campero INTA con diferente genotipo materno. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias* 2003; 2 (1): 71-8.
- 175.- Liu G, Dunnington EA, Siegel PB. Correlated responses to long-term divergent selection for eight-week body weight in chickens: growth, sexual maturity, and egg production. *Poult Sci* 1995; 74 (8): 1259-68.
- 176.- Lourens A, Molenaar R, van den Brand H, Heetkamp MJW, Meijerhof R, Kemp B. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poult Sci* 2006; 85 (4): 770-6.
- 177.- Lyons JJ, Vandepopuliere JM. Spent Leghorn hen utilization. 2. Broiler performance on spent hen feedstuffs. *Poult Sci* 1995; 74 (Suppl. 1):170.
- 178.- Mahmoud KZ, Beck MM, Scheideler SE, Forman MF, Anderson KP, Kachman SD. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. *Poult Sci* 1996; 75:1555-62.
- 179.- Marble DR. Genetics of egg shape. *Poult Sci* 1943; 22 (1): 61-71.
- 180.- Marquardt DW. An algorithm for least square estimation of nonlinear parameters. *J Soc Indust Appl Math* 1963; 11 (2): 431-41.
- 181.- Martin GO (h). *Etología y comportamiento animal. Principios de bienestar animal*. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia, 2016.

- 182.- Martines A, Romera BM, Canet ZE, Librera JE, Dottavio AM, Di Masso RJ. 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. En Actas de XVII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR. Casilda, Santa Fe, 2016a.
- 183.- Martines A, Romera BM, Librera JE, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. 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. En Actas del XVIII Congreso y XXXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 2016b.
- 184.- Martínez-Alesón Sanz, R. Granjas multiedad. Sistemas “todo dentro-todo fuera”. Dificultades y soluciones. Jornadas Profesionales de Avicultura de Puesta 2005, Valladolid, España. Disponible en [http://www. Avicultura.com/docsav/ja0526280405-R-martinez.pdf](http://www.Avicultura.com/docsav/ja0526280405-R-martinez.pdf). Consultado en julio de 2015
- 185.- Martínez J, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Índice biológico para la selección de ponedoras por el patrón de aumento de peso del huevo. En Actas de la XV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1995.
- 186.- Mashaly MM, Hendricks GL, Kalama MA, Gehad AE, Abbas AO, Patterson PH. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poult Sci* 2004; 83: 889–94
- 187.- Mašić B, Žigić L, Šrajber L, Marinković V. Correlations between shape index and shell deformation of hens’ eggs over a laying year. *Br Poult Sci* 1972; 13 (2): 185-9.
- 188.- Mateos G. Factores que influyen en la calidad del huevo. Nutrición y alimentación de ponedoras. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). 1998. 227 pp.
- 189.- Mathur PK. Genotype–environment interactions: Problems associated with selection for increased production. In: WM Muir and SE Aggrey (ed.). *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. CABI Publishing CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 2003, pp. 83-100.
- 190.- McLeod A, Thieme O, Mack SD. Structural changes in the poultry sector: will there be smallholder poultry development in 2030? *Worlds Poult Sci J* 2009; 65: 191-99.
- 191.- McMillan I, Fairfull RW, Gowe RS, Gavora JS Evidence for genetic improvement of layer stocks of chicken during 1950-80. *Worlds Poult Sci J* 1990; 46 (3): 235-45.
- 192.- McMillan I, Fitz-Earle M, Robson DS. Quantitative genetics of fertility. I. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster*. *Theoretical. Genetics* 1970a; 65: 349-53.

- 193.- McMillan I, Fitz-Earle M, Butler L, Robson DS. Quantitative genetics of fertility. II. Lifetime egg production of *Drosophila melanogaster*. Experimental. Genetics 1970b; 65: 355-69.
- 194.- McNally DH. Mathematical model for poultry egg production. Biometrics 1971; 27: 735-8.
- 195.- McRae DC, Duff JW. The measurement of compression stress in eggshells. J Agr Eng Res 1969; 14 (1): 1-10.
- 196.- Mignon-Grasteau S, Beaumont C, Le Bihan-Duval E, Poivey JP, De Rochambeau H, Ricard FH. Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. Br Poult Sci 1999; 40 (1): 44-51.
- 197.- Miguel JA, Asenjo B, Ciria J, Calvo JL. Descripción del crecimiento de tres tipos genéticos de gallinas españolas y una línea comercial Sasso. Efecto del tipo de alojamiento. Información Técnica Económica Agraria 2009; 105 (1): 7-16.
- 198.- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Informe Nacional sobre la Situación de los Recursos Zoogenéticos en la Argentina. 2003.
- 199.- Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Informes de cadenas de valor. Año 1. N° 5. Cadena de valor cárnica aviar. 2016.
- 200.- Minvielle F, Mérat P, Monvoisin JL, Coquerelle G, Bordas A. Increase of egg weight with age in normal and dwarf purebred and crossbred laying hens. Genet Sel Evol 1994; 26 (5): 453-62.
- 201.- Miranda S. Uniformidad en gallinas reproductoras pesadas. 2015. Disponible en: <http://www.engormix.com/avicultura/articulos/uniformidad-gallinas-reproductoras-pesadas-t32254.htm>. Consultado en setiembre de 2016.
- 202.- Miyoshi S, Luc KM, Kuchida K, Mitsumoto T. Application of nonlinear models to egg production curves in chickens. Jpn Poult Sci 1996; 33: 178-84.
- 203.- Mohammed FA. Comparison of three nonlinear functions for describing chicken growth curves. Sci Agr 2015; 9 (3): 120-3.
- 204.- Morris TR. El efecto de la intensidad de luz en reproductoras en levante y postura. Worlds Poult Sci J 1967; 23: 246-52.
- 205.- Morris RH, Hessels DF, Bishop RJ. The relationship between hatching egg weight and subsequent performance of broiler chickens. Br Poult Sci 1968; 9 (4): 305-15.

- 206.- Mota Vázquez A, Cabrera Contreras I. Efecto del peso y uniformidad de la polla en la producción de huevo. 2014. Disponible en: <http://bmeditores.mx/efecto-del-peso-y-uniformidad-de-la-polla-en-la-produccion-de-huevo/>. Consultado en noviembre de 2016.
- 207.- Mtileni BJ, Nephawe KA, Nesamvuni AE, Benyi K. The influence of stocking density on body weight, egg weight, and feed intake of adult broiler breeder hens. *Poult Sci* 2007; 86 (8):1615–19.
- 208.- Munira KN, Uddin MJ, Faruque S, Parvez MS, Miah MY, Siddiqui MSI. Comparative study on carcass characteristics of different genetic groups of spent hen in Bangladesh. *Int J Poult Sci* 2006; 5 (2): 178-80.
- 209.- Naciones Unidas. La situación demográfica en el mundo en 2014. Nueva York, 2014. Disponible en: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf>. Consultado en octubre de 2016.
- 210.- Nangsuay A, Ruangpanit Y, Meijerhof R, Attamangkune S. Yolk absorption and embryo development of small and large eggs originating from young and old breeder hens. *Poult Sci* 2011; 90 (11): 2648-55.
- 211.- Narushin VG, Romanov MN. Egg physical characteristics and hatchability. *Worlds Poult Sci J* 2002; 58 (3): 297-303.
- 212.- Narushin VG, Takma C. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. *Biosyst Eng* 2003; 84 (3): 343-8.
- 2013.- Nauta W, Groen A, Roep D, Veerkamp R, Baars T. Vision of breeding for organic agriculture. Report Louis Bolk Institute, Driebergen, The Netherlands. 2003.
- 214.- Nikolova N, Kocovsky D. Forming egg shape index as influenced by ambient temperatures and age of hens. *Biotechol Anim Husb* 2006; 22 (1-2): 119-25.
- 215.- Nilipour A. Manejo integral de pollos de engorde en climas tropicales de acuerdo a su genética actual. 2006. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/manejo/foros/articulo-manejo-integral-pollos-t9073/124-p0.htm>. Consultado en Febrero de 2016.
- 216.- Nishiyama, Y. The mathematics of egg shape. *Int J Pure Appl Math* 2012; 78 (5): 679-89.
- 217.- Nordskog AW, Hassan GM. Direct and maternal effects of egg-size genes on hatchability. *Genetics* 1971; 67(2): 267-78.

- 218.- Norris D, Ngambi JW, Benyi K, Makgahlela ML, Shimelis HA, Nesamvuni EA. Analysis of growth curves of indigenous male Venda and Naked Neck chickens. *S Afr J Anim Sci* 2007; (37): 21-26.
- 219.- North MO. Manual de Producción avícola. Ed. El Manual Moderno S.A. 1993. México D.F. Tercera Ed. 829 p.
- 220.- Oleforuh-Okoleh VU. Hatchability prediction in chickens using some external egg quality traits. *Asian J Anim Sci* 2016; 10 (2): 159-64.
- 221.- Orr MB, Christiansen KH, Kissling RC. A survey of excessively worn incisors and periodontal disease in sheep in Dunedin City, Silverpeaks, Bruce and Clutha Counties. *New Zeal Vet J* 1986; 34: 111-5.
- 222.- Pampín Balado M. Cría familiar de aves. Experiencia cubana. Curso Internacional “Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente”. Modelos alternativos. Módulo III, pp 14-25. 2003.
- 223.- Pearson RA, Herron KM. Effects of energy and protein allowances during lay on the reproductive performance of broiler breeder hens. *Br Poult Sci* 1981; 22 (3): 227-39.
- 224.- Pescio F, Leveratto C, Berardo C, Lepore D. Un esquema novedoso en la promoción de la cría de aves traspatio: la experiencia del Pro-Huerta en Tigre. Estrategias y experiencias para el trabajo en extensión. Los procesos de innovación tecnológica y organizacional, 2010. Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~extrural/Pescio.pdf>. Consultado en noviembre de 2016.
- 225.- Petite JN, Hawes RO, Gerry RW. Control of flock uniformity of broiler breeder pullets through segregation according to body weight. *Poult Sci* 1981; 60 (11) 2395-2400.
- 226.- Petite JN, Hawes RO, Gerry RW. The influence of flock uniformity on the reproductive performance of broiler breeder hens housed in cages and floor pens. *Poult Sci* 1982; 61 (11) 2166-71.
- 227.- Pimentel D, Houser J, Preiss E, White O, Fang H, Mesnick L, Barsky T, Tariche S, Schreck J, Alpert S. Water Resources: Agriculture, the Environment, and Society. *BioScience* 1997; 47 (2): 97-106.
- 228.- Pinchasov Y. Relationship between the weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. *Br Poult Sci* 1991; 32 (1): 109-15.
- 229.- Piquer FJ. Interacción nutrición-reproducción en aves. XVII Curso de Especialización FEDNA. 2001. Disponible en <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/01CAPIV.pdf>. Consultado en octubre de 2016.

- 230.- Pire L, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Madurez sexual y caracteres asociados en ponedoras híbridas con madre Fayoumi. En Actas del II Congreso y XVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1996.
- 231.- Pletsch CR, Terraes JC, Revidatti FA, Fernandez RJ, Asiain MV. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre la producción de huevos en hembras tipo Campero INTA. Rev Vet 2009; 20 (2); 86–91.
- 232.- Pletsch CR, Terraes JC, Revidatti FA, Fernandez RJ, Rigonatto T, Ortíz D. Manejo de la alimentación en gallinas pesadas tipo Campero-INTA sobre sus características físicas y reproductivas. En Actas de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. 2008.
- 233.- Poggenpoel DG, Duckitt JS. Genetic basis of the increase in egg weight with pullet age in a White Leghorn flock. Br Poult Sci 1988; 29 (4): 863-7.
- 234.- Poole D. Una visión práctica de la nutrición de reproductoras pesadas adultas y manejo de los alimentos en EE.UU. Rev Selec Avíc 2003; 45 (12): 817–822.
- 235.- Potts PL, Washburn KW. Shell evaluation of white and brown egg strains by deformation, breaking strength, shell thickness and specific gravity: 1. Relationship to egg characteristics. Poult Sci 1974; 53 (3): 1123-28.
- 236.- Preisinger R. Internationalization of breeding programs. Breeding egg-type chickens for a global market. En: 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Animal Genetics and Breeding Unit, University of New England, Armidale, Australia. pp: 135-42, 1998.
- 237.- Rafart J, Revidatti F, Terraes JC, Sindik M, Rollet C. Evaluación de la fase de ría, recría y prepostura en ponedoras Rubia INTA en la Escuela Agrotécnica Lomas de Empedrado. En Actas de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. 2006.
- 238.- Reid WS, Buckley DJ, Hunt RJ, Price K. A digital instrument for egg shape index measurement. Can J Anim Sci 1975; 55 (1): 87-92.
- 239.- Revidatti F, Terraes JC, Rafart J, Sindik M, Fernández R. Análisis de la fase inicial del primer ciclo de postura de gallinas Rubia INTA. En Actas de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste. 2006.
- 240.- Reynolds J. Body condition, territory ownership and age-related reproductive performance in Spruce Grouse *Dendragapus canadensis* hens. Ibis 1997; 139 (4): 646-51.

- 241.- Ricaurte Galindo SL Embriodiagnosis y ovoscopia. Análisis y control de calidad de los huevos incubables. REDVET Rev Electron Vet 2005; 6 (3): 1-25.
- 242.- Rigonatto T. Análisis comparativo de las características reproductivas y de la evolución de la progenie de dos poblaciones sintéticas maternas del pollo Campero INTA. Tesis para optar al título de Doctora en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. 2014.
- 243.- Rigonatto T, Revidatti F, Sindik M, Michel M, Fernández R, Escobar C. Evaluación del crecimiento en dos líneas genéticas de gallinas de tipo Campero INTA. En Actas de la XXXII Sesión de Comunicaciones científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, 2011.
- 244.- Robinson FE, Robinson NA. Reproductive performance, growth rate and body composition of broiler breeder hens differing in body weight at 21 weeks of ages. Can J Anim Sci 1991; 71: 1233-39.
- 245.- Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, G. M. Fasenko GM, Hardin RT. The relationship between body weight and reproductive efficiency in meat-type chickens. Poult Sci 1993; 72 (5): 912-22.
- 246.- Robinson FE, Zuidhof MJ, Renema RA. Reproductive efficiency and metabolism of female broiler breeders as affected by genotype, feed allocation, and age at photostimulation. 1. Pullet growth and development. Poult Sci 2007; 86 (10): 2256-66.
- 247.- Rodríguez Buenfil JC, Allaway CE, Wassink GJ, Segura Correa JC. Estudio de la avicultura de traspatio en el Municipio de Dzununcán, Yucatán. Vet Méx 1996; 27: 215-19.
- 248.- Rose SP. Principles of poultry science. CAB International. Wallingford, UK, 1997.
- 249.- SAGPyA. Resolución 270/00. 2000
- 250.- SAGPyA. Informe nacional sobre la situación de los recursos zoogenéticos de la Argentina. 2003. Disponible en [http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/ganaderia/gestion_ambiental/01_boletin/archivos/030000_Informe%20Nacional%20sobre%20los%20RRZZ%20\(Septiembre%202003\).pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/SAGPyA/ganaderia/gestion_ambiental/01_boletin/archivos/030000_Informe%20Nacional%20sobre%20los%20RRZZ%20(Septiembre%202003).pdf). Consultado en setiembre de 2016.
- 251.- Samler E. Which layer is most suitable for the Israeli farm? Meshed Hahofot 1990; 103-105.
- 252.- Sandoval A, Yuño M, Bakker ML, Rodríguez E, Beretta, A. Aplicación de la embriodiagnosis para evaluar la eficiencia de la planta de incubación de parrilleros en una empresa avícola comercial en la Argentina. RIA 2005; 34 (2): 75-89.

- 253.- Sardá Jova R, Vidal Pavón A. Patología de la incubación. Temas de Incubación: www.iaa.cu/ 2003. Disponible en: <http://www.iaa.cu/pdf/teminc04.pdf>. Consultado en octubre de 2016.
- 254.- Savegnano RP, Caetano SL, Ramos SB, Nascimento GB, Schmidt GS, Ledur MC, Munari DP. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. *Poult Sci* 2011a; 90 (10): 2174-88.
- 255.- Savegnano RP, Nunes BN, Caetano SL, Ferraudo AS, Schmidt GS, Ledur MC, Munari DP. Comparison of logistic and neural network models to fit to the egg production curve of White Leghorn hens. *Poult Sci* 2011b; 90 (3): 705-11.
- 256.- Savegnano RP, Cruz VAR, Ramos SB, Caetano SL, Schmidt GS, Ledur MC, El Faro L, Munari DP. Egg production curve fitting using nonlinear models for selected and non-selected lines of White Leghorn hens. *Poult Sci* 2012; 91 (11): 2977-87.
- 257.- Schang, M. Evolución y perspectivas en alimentación para aves. Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica. Buenos Aires, 2012.
- 258.- Scheele CW. Pathological changes in metabolism of poultry related to increasing production levels. *Vet Q* 1997; 19: 127-30.
- 259.- Scheideler SE. Rendered spent hen meal in layer rations. *Poult Sci* 1995; 74 (Suppl. 1):17.
- 260.- Schmidt GS, Figueiredo EAP, Saatkamp MG. Effect of storage period and egg weight on embryo development and incubation results. *Braz J Poult Sci* 2009; 11 (1): 1-5.
- 261.- Segura Correa JC, Jerez Salas MP, Sarmiento Franco L, Santos Ricalde R. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Arch Zootec* 2007; 56 (215): 309-17.
- 262.- Senar JC, Pascual J. Keel and tarsus length may provide a good predictor of avian body size. *Ardea* 1997; 85 (2): 269-74.
- 263.- SENASA. 2004. Manual de procedimientos en bienestar animal.
- 264.- SENASA. 2010. Resolución 542/2010. Disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/normativas/> resolución -5422010. Consultado en noviembre de 2016.
- 265.- Shalev BA, Pasternak H. Increment of egg weight with hen age in various commercial avian species. *Br Poult Sci* 1993; 34 (5): 915-24.

- 266.- Shalev BA, Pasternak H. Incremental changes in and distribution of chick weight with hen age in four poultry species. *Br Poult Sci* 1995; 36 (3): 415-24.
- 267.- Sheldon BL, Podger RN. Selection for low variability of egg weight in poultry. 15th. World's Poultry Congress, New Orleans: 159-161, 1974.
- 268.- Sheridan AK. Genotype $\times$ environment interactions. In: RD Crawford (ed.). *Poultry breeding and genetics*. Elsevier, Amsterdam, 1990. pp. 897-912.
- 269.- Sheskin DJ. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall, USA, 2011.
- 270.- Shittu A, Raji AA, Madugu SA, Hassan AW, Fasina FO. Predictors of death and production performance of layer chickens in opened and sealed pens in a tropical savannah environment. *BMC Vet Res* 2014; 10: 214-26.
- 271.- Siegel PB. Selection for body weight at eight weeks of age. 1. Short term responses and heritabilities. *Poult Sci* 1962; 41(3): 954-62.
- 272.- Silva VE. Aplicación de un paquete tecnológico para gallinas criollas (*Gallus domesticus*) en San Lucas Tlanichico. Oaxaca. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico Agropecuario. N° 23. Oaxaca. México. 1995.
- 273.- Sindik M, Revidatti F, Terraes JC, Fernández RJ, Sandoval G, Escobar C. Comparación de dos programas de asignación de nutrientes durante la fase de postura en reproductoras Campero INTA. En *Actas de la XXXI Sesión de Comunicaciones Científicas*. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. 2010.
- 274.- Sindik M, Rigonatto T, Revidatti F, Fernández R, Revidatti MA, Michel M, Sanz SP. Efecto del genotipo sobre variables del crecimiento en gallinas reproductoras Campero INTA. *AICA* 2013; 3: 71-7.
- 275.- Soller M, Eitan Y, Brody T. Effect of diet and early quantitative feed restriction on the minimum weight requirement for the onset of sexual maturity in White Rock broiler breeders. *Poult Sci* 1984; 63: 1255-61.
- 276.- Sorza JD. *La Uniformidad en la avicultura: Interpretación desde la calidad*. 2005. Disponible en: http://www.adiveter.com/ftp_public/A2308.pdf. Consultado en abril de 2016.
- 277.- Souza KMR de, Araujo RB, Santos AL dos, Rodrigues CEC, Faria DE de, Trindade MA. Adding value to the meat of spent laying hens manufacturing sausages with a healthy appeal. *Br J Poult Sci* 2011; 13 (1): 57-63.

- 278.- Strong CF, Nestor KE. Egg quality and reproduction in turkeys. 5. Relationship among traits in medium and large-bodied lines. *Poult Sci* 1980; 59 (2): 417-23.
- 279.- Suárez ME, Wilson HR, Mather FB, Wilcox CJ, McPherson BN. Effect of strain and age of the broiler breeder female on incubation time and chick weight. *Poult Sci* 1997; 76 (7): 1029-36.
- 280.- Szwaczkowski T. Use of mixed model methodology in poultry breeding: Estimation of genetic parameters. In: WM Muir and SE Aggrey (ed.). *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. CABI Publishing CAB International. Wallingford, Oxon, UK, 2003, pp. 165-202.
- 281.- Terraes JC, Revidatti FA, Rafart JF, Fernández RJ, Sandoval GL, Asiaín MV, Sindik ML. Desempeño reproductivo de aves para carne de tipo comercial y Campero INTA. En *Actas de las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*. 2004.
- 282.- Terraz Cuenca JC. Técnicas de producción de huevos de gallinas bajo regímenes extensivos. Granja Pinseque, PINSEQUE (Zaragoza). 2010. Disponible en: http://www.wpsaaeca.com/aeca_imgs_docs/02_10_40_tecnicas_de_produccion_de_huevos.pdf. Consultado en diciembre de 2016.
- 283.- Timmermans MPFCA. The statistical and genetical significance of the application of mathematical models to explain egg production curves in poultry. *Archiv für Geflügelkunde* 1973; 2: 37-45.
- 284.- Tindell D; Craig JV. Effects of social competition on laying house performance in the chicken. *Poult Sci* 1959; 38 (1): 95-105.
- 285.- Toudic C. Evaluating uniformity in broilers. Factors affecting variation, 2009. Disponible en: www.thepoultrysite.com/articles/. Consultado en enero de 2016.
- 286.- Trindade MA, de Felício PE, Contreras Castillo CJ. Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. *Sci Agric (Piracicaba, Braz.)* 2004; 61 (2): 234-9.
- 287.- Turner, J. *Factory Farming & the Environment*. Un informe de Compassion in World Farming Trust. 1999. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.540.4284&rep=rep1&type=pdf>. Consultado en Marzo 2016.
- 288.- UNFPA. Estado de la población mundial 2016. Disponible en: https://www.unfpa.org/sites/default/files/sowp/downloads/The_State_of_World_Population_2016_-_Spanish.pdf

- 289.- Uña Izquierdo F, Martínez Segura K, Bertot Valdéz JA, González Aguilar F. Estimación de la calidad externa del huevo en ponedoras White Leghorn (L₃₃). Rev Prod Anim 2012; 24 (2): 1-4.
- 290.- van Sambeek F. Progress in layer genetics. Longer production cycles from a genetic perspective. 2010. Disponible en: <http://www.isapoultry.com/~media/Files/ISA/Information/Technical%20Bulletins/Breeding/Longer%20production%20cycles%20from%20a%20genetic%20perspective.ashx>. Consultado en: diciembre de 2016.
- 291.- Vélez A, Pagni C, Sal V, Dottavio AM, Di Masso RJ, Font MT. Heterosis y efectos maternos para peso corporal durante el crecimiento temprano en gallinas ponedoras. En Actas de la VIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, Santa Fe, 1988.
- 292.- Vergara W. La revolución pecuaria: del tradicionalismo a la industrialización. Rev Med Vet 2012; 24: 91-101.
- 293.- Vieira SL, Moran Jr ET. Broiler chicks hatched from egg weight extremes and diverse breeder strains. J Appl Poult Res 1998a; 7 (4): 392-402.
- 294.- Vieira SL, Moran Jr ET. Eggs and chicks from broiler breeders of extremely different age. J Appl Poult Res 1998b; 7 (4): 372-6.
- 295.- Viveros-Hernández JH, Chávez-Servia JL, Jerez-Salas MP, Villegas-Aparicio Y. Manejo de gallinas de traspatio en seis comunidades de los valles centrales de Oaxaca. Rev Mex Agroecosistemas 2016; 3 (2): 75-86.
- 296.- Weatherup S, Foster W. A description of the curve relating egg weight and age of hen. Br Poult Sci 1980; 21 (6): 511-9.
- 297.- Weeks CA, Nicol CJ. Preferences of laying hens. World's Poult Sci J 2006; 62: 296-307.
- 298.- Wehrli M, Nordskog AW. Evidence for genetic influence on rate of egg weight increase. Poult Sci 1983; 42 (5): 1316.
- 299.- Whitehead CC, Fleming RH, Julian RJ, Sorensen P. Skeletal problems associated with selection for increased production En: Poultry genetics, breeding and biotechnology. WM Muir y SE Aggrey editores. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2003.
- 300.- Wilson HR. Interrelationships of egg size, chick size, post-hatching growth and hatchability. Worlds Poult Sci J 1991; 47 (1): 5-20.
- 301.- Wilson HR, Suárez ME. The use of egg weight and chick weight coefficient of variation as quality indicators in hatchery management. J Appl Poult Res 1993; 2 (3): 227-31.

- 302.- Wolanski NJ, Renema RA, Robinson FE, Carney VL, Fancher BI. Relationships among egg characteristics, chick measurements, and early growth traits in ten broiler breeder strains. *Poult Sci* 2007; 86 (8): 1784-92.
- 303.- Wolc A, Arango J, Settar P, Fulton JE, O'Sullivan NP, Preisinger R, Habier D, Fernando R, Garrick DJ, Hill WG, Dekkers JC. Genome-wide association analysis and genetic architecture of egg weight and egg uniformity in layer chickens. *Anim Genet* 2012; 43 Suppl 1: 87-96.
- 304.- Wolc A, Lisowski M, Hill WG, White IM. Genetic heterogeneity of variance in production traits of laying hens. *Br Poult Sci* 2011; 52 (5): 537-40.
- 305.- Wood PDP. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 1967; 216: 164-5.
- 306.- Yang N, Wu C, McMillan I. New mathematical model of poultry egg production. *Poult Sci* 1989; 68: 476-81.
- 307.- Yi G, Liu W, Li J, Zheng J, Qu L, Xu G, Yang N. Genetic analysis for dynamic changes of egg weight in 2 chicken lines. *Poult Sci* 2014; 93 (12): 2963-9.
- 308.- Yoo BH, Sheldon BL, Podger RN. Genetic parameters of egg weight vs. age curve and other egg production and egg weight traits in synthetic lines of chickens. *Aust J Agric Res* 1983; 34: 85-97.
- 309.- Yu MW, Robinson FE, Charles RG; Weingardt R. Effect of feed allowance during rearing and breeding on female broiler breeders. 2. Ovarian morphology and production. *Poult Sci* 1992a; 71: 1750-61.
- 310.- Yu MW, Robinson FE, Etches RJ. Effect of feed allowance during rearing and breeding on female broiler breeders. 3. Ovarian steroidogenesis. *Poult Sci* 1992b; 71: 1762-67.
- 311.- Yuan T, Lien RJ, McDaniel GR. Effects of increased rearing period body weights and early photostimulation on broiler breeder egg production. *Poult Sci* 1994; 73 (6): 792-800.
- 312.- Yunis R, Ben-David A, Heller ED, Cahaner A. Immunocompetence and viability under commercial conditions of broiler groups differing in growth rate and in antibody response to *Escherichia coli* vaccine. *Poult Sci* 2000; 79: 810-16.
- 313.- Yuño M, Bakker M, Cepeda R, Marinelli C, Malacalza F. Características físicas del huevo incubable y pollitos nacidos de reproductores pesados Cobb 500 en incubadoras con diferente humedad relativa. *RIA* 2013; 39 (3): 290-6.

- 314.- Zelenka DJ, Dunnington EA, Cherry JA, Siegel PB. Anorexia and sexual maturity in female White Rock chickens. I. Increasing the feed intake. *Behav Genet* 1988; 18 (3): 383-7.