



**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 AVES DE CARNE APTOS PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS SEMI-
EXTENSIVOS Y MULTIPROPÓSITO QUE PRESERVEN EL BIENESTAR ANIMAL**

Esp. Ing. Agr. Ana María Dottavio

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 aves de carne aptos para sistemas productivos semi-extensivos y multipropósito que preserven el bienestar animal

Autora: Esp. Ing. Agr. Ana María Dottavio

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

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

MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS

Dr. Méd. Vet. Martín Luis María Sindik
Universidad Nacional del Nordeste

Dra. Est. María Cristina Tarrés
Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de Rosario

Dra. Méd. Vet. Alejandra Edit Antruejo
Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario

Fecha de la defensa: 9 de agosto de 2017

Dedicatoria

*A mis nietos, Manuel y Aymará
con el deseo de transmitir que “nunca es tarde” para llegar a la meta*

A Mariela, mi querida y valiente hija

A la memoria de mis padres y de mi compañero de vida

Agradecimientos

A mi Director, Ricardo José Di Masso, por su acompañamiento, paciencia y generosidad intelectual.

A María Teresa Font por abrirme las primeras puertas de lo que fue un largo sendero.

A Manuel Bonino quien, en la búsqueda de una avicultura alternativa, habilitó espacios para futuras indagaciones.

A mis queridos ex - alumnos Zulma Canet y José Librera quienes con su esfuerzo continuado tendieron puentes entre Instituciones.

A Sabina Advínculo y Araceli Martines por su inestimable compromiso con la tarea experimental.

A mis alumnos y ex - alumnos, becarios y tutores que fueron conformando a lo largo del tiempo este grupo de trabajo, con quienes he compartido innumerables momentos que llevo en mi corazón, le han dado especial significado a la rutinaria tarea cotidiana y han dejado en mí, variadísimos aprendizajes.

A las autoridades de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNR por su apoyo para llevar a cabo la tarea investigativa y al personal no docente que sumó esfuerzos para este trabajo colectivo en genética avícola.

A la Sección Avicultura de la EEA INTA Pergamino por brindarnos sus instalaciones, recursos humanos y la posibilidad de disponer del material biológico interviniente en los cruzamientos experimentales ensayados.

Finalmente...mi más sincero agradecimiento a quienes durante los años de investigación en genética y mejoramiento avícola han estado a mi lado, y que de una u otra manera han contribuido a que esta tesis se concrete.

Citas bibliográficas correspondientes a la difusión de resultados parciales realizada en el marco de reuniones científicas

- Álvarez, M., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Conformación corporal en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis transversal. En Actas de las VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Formia, P., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007). Conversión de alimento en híbridos alternativos de pollo campero 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.
- Fernández, R., Rozados, V.R., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Peso absoluto y relativo del corazón en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis transversal. En Actas de las VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Martines, A., Librera, J.E., Advínculo, S., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Grasa abdominal en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis dinámico. En Actas de las VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Romera, B.M., Librera, J.E., Varela, D., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Peso de pechuga en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis dinámico. En Actas de las VIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Dottavio, A.M., Canet, Z.E., Álvarez, M., Librera, J.E., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Estudio dimensional del crecimiento de híbridos experimentales de pollo campero. En Actas de la I Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina.
- Dottavio, A.M., Álvarez, M., Librera, J.E., Canet, Z.E., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007) Respuesta diferencial en patrón de crecimiento y caracteres a la faena en híbridos alternativos de pollo campero. En Actas del XXXVI Congreso Argentino de Genética.
- Advínculo, S., Librera, J.E., Álvarez, M., Canet, Z.E., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2007) Proporción de pechuga en dos híbridos de tres vías de pollo campero: análisis transversal. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Álvarez, M., Dottavio, A.M., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007). Dinámica del crecimiento de híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

- Amoroto, I., Vecchio, L., Antruejo, A.E., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007). Conformación corporal a la faena de híbridos de tres vías de pollo campero. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Fernández, R., Rozados, V.R., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2007). Comportamiento dinámico del hematocrito en híbridos de tres vías de pollo campero. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Martínes, A., Romera, B.M., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007). Grasa abdominal en híbridos experimentales de pollo campero con genes Cornish: análisis transversal. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Librera, J.E., Antruejo, A.E., Canet, Z.E., Terzaghi, A., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso R.J. (2007). Proporción de cortes valiosos y grasa abdominal a la faena en híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas del IX Congreso y XXVII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Advínculo, S.A., Librera, J.E., Varela, D., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2007). Peso y proporción de pechuga en dos híbridos de tres vías de pollo campero con genes Cornish. Análisis longitudinal y alométrico. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Álvarez, M., Librera, J.E., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2008). Modificación del peso corporal en función de la longitud de la caña en híbridos de tres vías de pollo campero. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Librera, J.E., Vecchio, L., Antruejo, A.E., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2008) Conformación corporal de híbridos de tres vías de pollo campero comparados a igual edad cronológica. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Fernández, R., Rozados, V.R., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Peso absoluto y relativo del corazón en híbridos de tres vías de pollo campero. Análisis transversal y dinámico. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Martínes, A., Librera, J.E., Advínculo, S., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Grasa abdominal en híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. Análisis dinámico. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.

- Viola, M.N., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Álvarez, M., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008) Eficiencia de conversión de alimento en híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Dottavio, A.M., Martines, A., Canet, Z.E., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Enfoque composicional del crecimiento de híbridos simples experimentales de pollo campero. Grasa corporal. En Actas del XXXVII Congreso Argentino de Genética.
- Raggi, A., Montenegro, A., Dottavio, A.M., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Crecimiento corporal en poblaciones experimentales de pollo campero con 50% de genes Cornish. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Librera, J.E., Lucach, S., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Rendimiento y caracteres a la faena en poblaciones experimentales de pollo campero con 50% de genes Cornish. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Martines, A., Lagostena, G., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Análisis transversal del comportamiento absoluto y relativo de la grasa abdominal en dos poblaciones de pollo campero con igual proporción de genes Cornish. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Amoroto, I., Vecchio, L., Antruejo, A.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Conformación corporal a la faena de híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Advínculo, S.A., Varela, D., Álvarez, C., Canet, Z.E., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2008). Proporción de cortes de valor carnicero en dos poblaciones de pollo campero con igual proporción de genes Cornish. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Álvarez, M., Librera, J.E., Antruejo, A.E., Canet, Z.E., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Uniformidad para peso corporal durante el crecimiento en híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.
- Librera, J.E., Antruejo, A.E., Canet, Z.E., Terzaghi, A., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2008). Proporción de cortes valiosos y grasa abdominal a la faena en híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En Actas del X Congreso y XXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario.

- Advínculo, S.A., Librera, J.E., Varela, D., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2009). Análisis longitudinal del comportamiento del peso y la proporción de pechuga en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Álvarez, M., Librera, J.E., Canet, Z.E., Antruejo, A.E., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2009). Uniformidad para peso corporal en pollos Campero INTA machos evaluados en tres años consecutivos. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Amoroto, I., Martines, A., Lucach, S., Canet, Z.E., Font, M.T., Dottavio, A.M., Di Masso, R.J. (2009). Conformación corporal de dos poblaciones experimentales de pollos camperos evaluada a igual edad cronológica. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Martines, A., Librera, J.E., Álvarez, M., Lagostena, G., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2009). Análisis dinámico del comportamiento del depósito graso abdominal en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Raggi, A., Montenegro, A., Abaca, E., Dottavio, A.M., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2009). Longitud de la caña -estimador del desarrollo esquelético- en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Vecchio, L., Antruejo, A.E., Galvagni, A., Álvarez, M., Fernández, R., Dottavio, A.M., Font, M.T., Di Masso, R.J. (2009). Consumo de alimento y eficiencia de conversión en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario.
- Dottavio, A.M., Álvarez, M., Librera, J.E., Canet, Z.E., Di Masso, R.J. (2009). Relación biomasa-base ósea de sustentación en poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas del XXXVIII Congreso Argentino de Genética.
- Dottavio, A.M., Canet, Z.E., Álvarez, M., Martines, A., Advínculo, S., Di Masso, R.J. (2009). Proporción de pechuga, muslo y grasa abdominal y rendimiento a la faena en poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas del XXI Congreso Latinoamericano de Avicultura.
- Dottavio, A.M., Canet, Z.E., Álvarez, M., Librera, J.E., Di Masso, R.J. (2009). Edad estimada al peso objetivo de faena en seis poblaciones experimentales de pollos camperos. En Actas de la III Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario.

Índice de contenidos

Índice de tablas	viii
Índice de figuras	xiii
Abreviaturas y símbolos	xviii
Resumen	xx
Abstract	xxii
Introducción	1
Objetivos	21
Material y métodos: Aspectos Generales	23
Capítulo I – Análisis dimensional del crecimiento	27
Introducción	28
Material y métodos	38
Resultados	42
Capítulo II – Eficiencia alimenticia y caracteres asociados	75
Introducción	76
Material y métodos	85
Resultados	87
Capítulo III – Conformación corporal	100
Introducción	101
Material y métodos	107
Resultados	112
Capítulo IV – Caracteres a la faena	145
Introducción	146
Material y métodos	155
Resultados	159
Discusión general	237
Conclusiones	280
Referencias bibliográficas	288

Índice de tablas

Tabla N° 01 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal versus edad cronológica en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 02 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal - edad cronológica en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 03 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal - edad cronológica en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 04 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 05 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 06 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 07 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 08 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 09 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 10 - Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a los indicadores de crecimiento dimensional

Tabla N° 11 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 12 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 13 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 14 - Crecimiento dimensional. Análisis de componentes principales. Matriz de correlaciones

Tabla N° 15 - Crecimiento dimensional. Estimadores de las dos primeras componentes principales en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos

Tabla N° 16 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico

Tabla N° 17 - Estimadores de las dos primeras componentes canónicas en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos

Tabla N° 18 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica

Tabla N° 19 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica

Tabla N° 20 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica

Tabla N° 21 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos semanales consecutivos de la etapa de terminación

Tabla N° 22 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 23 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 24 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 25 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 26 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 27 - Valores de eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas a su cálculo, ajustados a un peso corporal común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Tabla N° 28 - Comportamiento relativo del peso corporal observado y de la eficiencia alimenticia (o relación de conversión) y las variables que intervienen en su cálculo ajustadas a un peso común para el período comprendido entre los 49 y los 63 días de edad, relativizados al valor máximo de cada variable, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Tabla N° 29 - Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Tabla N° 30 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 31 - Índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Tabla N° 32 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 33 - Medidas lineales de conformación, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena

Tabla N° 34 - Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Tabla N° 35 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia en dos edades del ciclo

Tabla N° 36 - Índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Tabla N° 37 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia en dos edades del ciclo

Tabla N° 38 - Medidas lineales, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena

Tabla N° 39 - Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres edades del ciclo

Tabla N° 40 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 41 - Índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres edades del ciclo

Tabla N° 42 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 43 - Medidas lineales e conformación, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena

Tabla N° 44 - Medidas lineales, excluidas aquellas relacionadas con la pechuga, correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 45 - Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a seis medidas lineales de conformación corporal

Tabla N° 46 - Medidas de conformación relacionadas con la pechuga en los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 47- Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a tres variables de conformación corporal relacionadas con la pechuga

Tabla N° 48 - Índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 49 - Índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 50 - Estimadores de las dos primeras componentes principales correspondientes a ocho medidas lineales de conformación corporal, en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos

Tabla 51 - Asociación (valor y significado del coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson) de las dos primeras componentes del análisis de componentes principales (PC1 y PC2) aplicado a ocho medidas lineales de conformación con el peso corporal pre-faena, la superficie de la pechuga y cuatro índice de conformación

Tabla N° 52 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico en función de las medidas lineales de conformación

Tabla N° 53 - Estimadores de las dos primeras componentes canónicas en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos en función de las medidas lineales de conformación

Tabla N° 54 - Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 55 - Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio

Tabla N° 56 - Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 57 - Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio

Tabla N° 58 - Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Tabla N° 59 - Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio

Tabla N° 60 - Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena, ajustados a un peso corporal común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Tabla N° 61 - Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena, ajustados a un peso pre-faena común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Tabla N° 62 - Estimadores de las cuatro primeras componentes principales correspondientes a los caracteres a la faena, en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos

Tabla N° 63 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico

Tabla N° 64 - Estimadores de las tres primeras componentes canónicas en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos

Índice de figuras

Figura N° 01 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 02 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 03 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 04 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 05 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 06 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 07 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 08 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 09 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Figura N° 10 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los seis indicadores de crecimiento dimensional

Figura N° 11 - Curvas de madurez para peso corporal de los seis grupos experimentales. Parte superior: período de control. Parte inferior: trayectorias teóricas totales

Figura N° 12 - Edad estimada (en días) al peso objetivo de faena (2500 g) en genotipos alternativos de pollos camperos: cruzamientos simples, Casilda CP y Casilda CR; cruzamientos de tres vías, Casilda DT y Casilda DM y cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, Caseros I y Caseros II. Campero INTA: genotipo de referencia.

Figura N° 13 - Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 14 - Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

Figura N° 15 - Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR y el genotipo de referencia

Figura N° 16 - Crecimiento dimensional. Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 17 - Crecimiento dimensional. Ubicación de los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 18 - Crecimiento dimensional. Ubicación de los dos cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 19 - Crecimiento dimensional. Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 20 - Discriminación de las aves de los seis grupos experimentales en función del comportamiento conjunto de los parámetros de tamaño asintótico y tasa de maduración para la biomasa sustentada, la base ósea de sustentación y la relación entre ambas

Figura 21 - Ubicación relativa de los grupos experimentales tomados de a dos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado a los estimadores de los parámetros de las funciones de crecimiento dimensional

Figura 22 - Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos del ciclo productivo

Figura 23 - Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos del ciclo productivo

Figura 24 - Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos del ciclo productivo

Figura 25 - Comportamiento relativo de la eficiencia alimenticia, la relación de conversión y las variables que intervienen en su cálculo en relación al peso corporal promedio en el lapso estudiado, en seis cruzamientos experimentales de pollos camperos

Figura N° 26 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los seis medidas lineales de conformación corporal

Figura N° 27 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a tres variables de conformación corporal relacionadas con la pechuga

Figura N° 28 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los cuatro índices de conformación corporal

Figura N° 29 - Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 30 - Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 31 - Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 32 - Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 33 - Ubicación relativa de los seis grupos experimentales en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

Figura N° 34 - Ubicación relativa de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

Figura N° 35 - Ubicación relativa de los cruzamientos experimentales de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

Figura N° 36 - Ubicación relativa de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

Figura N° 37 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los caracteres a la faena relativizados a un peso pre-faena común

Figura N° 38 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 39 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 40 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 41 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Figura N° 42 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

Figura N° 43 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

Figura N° 44 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

Figura N° 45 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

Figura N° 46 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

Figura N° 47 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

Figura N° 48 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

Figura N° 49 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

Figura N° 50 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

Figura N° 51 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

Figura N° 52 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

Figura N° 53 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

Figura N° 54 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

Figura N° 55 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

Figura N° 56 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

Figura N° 57 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

Figura N° 58 - Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

Figura N° 59 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

Figura N° 60 - Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

Figura N° 61 - Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

Figura 62 - Ubicación relativa de los seis grupos experimentales en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Figura 63 - Ubicación relativa de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Figura 64 - Ubicación relativa de los cruzamientos experimentales de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Figura 65 - Ubicación relativa de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Abreviaturas y símbolos

A	valor asintótico de la variable dependiente = valor de la variable dependiente cuando la variable independiente tiende a infinito
ac	valor de la ordenada al origen común
AMD	aumento medio diario de peso
AMDr	aumento medio diario relativo de peso
AMPK	adenosine monophosphate activated protein kinase
ASICAN	longitud asintótica de la caña
ASICOM	asíntota de peso corporal en función de la longitud de la caña
ASIPES	peso corporal asintótico
bc	valor de la pendiente común
Cas I	cruzamiento experimental Caseros I
Cas II	cruzamiento experimental Caseros II
CI	cruzamiento experimental Caseros I
CII	cruzamiento experimental Caseros II
CMD	consumo medio diario de alimento
CMDr	consumo medio diario relativo de alimento
CP	híbrido simple Casilda CP
CR	híbrido simple Casilda CR
CV	coeficiente de variación
DM	híbrido de tres vías Casilda Don Manuel
DT	híbrido de tres vías Casilda Doña Teresa
E	Eficiencia alimenticia
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
GHRL	ghrelin
GHSR	ghrelin receptor
IGF1R	insulin-like growth factor 1 receptor
I1	Índice 1 - longitud de la tibia / longitud de la caña
I2	Índice 2 - longitud de la pechuga / ancho de la pechuga
I3	Índice 3 - ancho entre húmeros / ancho entre fémures
I4	Índice 4 - circunferencia corporal / longitud dorsal

INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
k	tasa de aproximación al valor asintótico A
MADCAN	tasa de maduración para longitud de caña
MADCOM	tasa de maduración para peso corporal en función de la longitud de la caña
MADPES	tasa de maduración para peso corporal
N	tamaño muestral
PC1	primera componente principal
PC2	segunda componente principal
PC3	tercera componente principal
PC4	cuarta componente principal
PC5	quinta componente principal
PC6	sexta componente principal
PC7	séptima componente principal
PC8	octava componente principal
QTL	quantitative trait loci
r	coeficiente de correlación producto-momento de Pearson
R ² aj.	coeficiente de determinación no lineal ajustado
RC	relación de conversión
RENAVI	Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas
RIDAF	Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
TGF- β 3	Transforming growth factor β 3

RESUMEN

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

El pollo Campero INTA es un ave de crecimiento lento producto del cruzamiento de poblaciones sintéticas especializadas generadas y mantenidas en la EEA “Ing. Agr. Walter Kugler” (Pergamino). En este trabajo se evalúan integralmente tres tipos de cruzamientos – simples, de tres vías y recíprocos entre los cruzamientos simples- que utilizan estirpes de razas semipesadas y pesadas asimiladas como potenciales alternativas a la versión tradicional de Campero INTA. La caracterización incluyó estudios uni, bi y multivariados; estáticos, transversales y longitudinales; de diversos indicadores de crecimiento dimensional, uniformidad en peso corporal, eficiencia alimenticia, conformación corporal y caracteres de interés productivo a la faena. Los genotipos evaluados correspondieron a los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR, ambos con padre Cornish Blanco y madre Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Red, respectivamente; los cruzamientos de tres vías Casilda Doña Teresa (DT: gallos Rhode Island Red y gallinas Casilda CP) y Casilda Don Manuel (DM: gallos Plymouth Rock Barrado y gallinas Casilda CR) y los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, Caseros I (CI: gallos Casilda CP y gallinas Casilda CR) y Caseros II (CII: gallos Casilda CR y gallinas Casilda CP). En relación al patrón dinámico de crecimiento todos los cruzamientos presentaron menor peso corporal que Campero INTA. Asimismo, y considerando un peso objetivo de faena de 2.500 g, las poblaciones experimentales no alcanzaron el peso objetivo de faena a la menor edad permitida por el protocolo de producción (75 días) por lo que requirieron ser faenados a mayor edad. En el lapso en el que se llevó a cabo la comparación de la eficiencia alimenticia (42-63 días), los cruzamientos simples fueron los menos eficientes, seguidos de los cruzamientos recíprocos y por los de tres vías. La menor eficiencia alimenticia observada en los cruzamientos simples coincidió con el hecho de ser los grupos genéticos con mayor madurez mientras que las observadas entre los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos recíprocos se explican por el menor consumo medio diario de alimento de los primeros. Independientemente de estas particularidades, los valores de relación de conversión se encuentran dentro del rango de los observados en otros cruzamientos experimentales planteados como alternativas a la versión tradicional de Campero INTA y son muy superiores a los propios de la avicultura industrial. El tercer aspecto evaluado fue la

conformación corporal respecto de la cual puede afirmarse que las diferencias observadas en comparaciones a igual edad cronológica tendieron a hacerse menos significativas o no significativas en comparaciones a igual peso corporal por lo que los cruzamientos experimentales no mostrarían reales diferencias de conformación ni entre ellos ni frente al genotipo de referencia presentando todos ellos el típico aspecto longilíneo propio de este tipo de ave. La comparación de los seis cruzamientos experimentales con respecto a los caracteres de trascendencia productiva a la faena ajustados a un peso corporal común puso en evidencia la similitud existente entre los mismos. El único componente que evidenció mayor variación fue el contenido de grasa respecto del cual, incluso en cada tipo de cruzamiento, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos miembros de cada par (Casilda CP > Casilda CR; Casilda DM > Casilda DT y Caseros I > Caseros II). Se puede concluir que, si bien con algunas diferencias puntuales, no se observaron particularidades de trascendencia entre los diferentes cruzamientos experimentales ensayados, más allá de las ya mencionadas vinculadas al patrón dinámico del peso corporal y que fueron las de mayor trascendencia, por lo que todos ellos pueden ser considerados alternativas válidas para la producción de carne en condiciones semi-extensivas. Si bien en nuestro país la cría de pollos camperos se presenta como una potencial estrategia de diversificación de pequeños productores dispuestos a aprovechar un nicho particular del mercado actualmente en expansión, vinculado con consumidores preocupados por la modalidad de producción de los alimentos que consumen en términos, entre otras cuestiones, de bienestar animal, el principal destino de los pollos camperos generados por INTA es el Programa Prohuerta, una propuesta vinculada con la seguridad alimentaria de sectores de la población con escasos recursos orientada a promover alternativas productivas agroalimentarias generadoras de ingresos y fuentes de trabajo. La caracterización efectuada contribuye a poner en valor cruzamientos no habituales para la producción de este tipo de aves y que permiten hacer un uso más eficiente de las poblaciones mantenidas en el Núcleo genético.

Palabras clave: cruzamientos, crecimiento, eficiencia, conformación, pollo campero

ABSTRACT

Alternative hybrid genotypes suitable for the production of poultry meat in multipurpose semi-extensive production systems that preserve animal welfare

The Campero INTA chicken is a slow-growing bird produced by crossing specialized synthetic populations generated and maintained in the EEA "Ing. Agr. Walter Kugler "(Pergamino). In this work, three types of crosses -simple, three-way and reciprocal crosses between simple crosses- using strains of different assimilated breeds were fully evaluated as potential alternatives to the traditional version of Campero INTA. The characterization included uni, bi and multivariate analysis as well as static, transversal and longitudinal studies of various indicators of dimensional growth, body weight uniformity, feed efficiency, body conformation and characters of productive interest at slaughter. The genotypes evaluated belonged to the simple crosses Casilda CP and Casilda CR, both with White Cornish father and Barred Plymouth Rock or Rhode Island Red mother, respectively; the three-way crosses Casilda Doña Teresa (DT: Rhode Island Red roosters and Casilda CP hens) and Casilda Don Manuel (DM: Barred Plymouth Rock roosters and Casilda CR hens) and reciprocal crosses between simple crosses, Caseros I (CI: Casilda CP roosters and Casilda CR hens) and Caseros II (CII: Casilda CR roosters and Casilda CP hens). In relation to the dynamic pattern of growth all crosses showed lower body weights than Campero INTA. Also, considering a target slaughter weight of 2,500 g, the experimental populations did not reach the target slaughter weight at the lowest age allowed by the production protocol (75 days) and, therefore, required to be slaughtered at an older age. In the period in which the comparison of feed efficiency (42-63 days) was carried out, simple crosses were the least efficient, followed by reciprocal and three-way crosses. The lower feed efficiency observed in simple crosses was coincident with the fact that these genetic groups were more mature, while those observed between the three-way crosses and the reciprocal crosses were explained by the lower average daily feed intake of the first ones. Independently of these particularities, conversion ratio values were within the range of those observed in other experimental crosses raised as alternatives to the traditional version of Campero INTA and are much higher than those showed by the industrial broilers. The third aspect considered body conformation regarding which the differences observed in comparisons carried on at the same chronological age tended to become less significant or not significant in comparisons done at the same body weight. In the light of these results it could be said that the experimental crosses would not show real differences at the conformation level, neither

between them nor against the reference genotype and that they all showed the longilinear aspect characteristic of this type of bird. The comparison of the six experimental crosses with respect to characters of productive importance at slaughter adjusted to a common body weight evinced the similarity between them. The only component that showed greater variation was fat content for which statistically significant differences were observed between the two members of each pair (Casilda CP > Casilda CR; Casilda DM > Casilda DT and Caseros I > Caseros II). It can be concluded that, although with some specific differences, non-important particularities were observed between the different experimental crosses tested beyond those already mentioned linked to the dynamic pattern of body weight which were, by far, the most important. So, all the six can be considered valid alternatives for the production of poultry meat in free range conditions. Although in our country the breeding of Campero chickens has potential as a strategy of diversification for smallholders willing to take advantage of a particular niche of a currently expanding market linked to consumers concerned with the mode of production of the foods they consume in terms of, among other issues, animal welfare; the main destination for INTA-produced chicken is the Prohuerta Program, a government proposal linked to the food security of low-income sectors of the population and aimed at promoting productive food alternatives. The characterization carried out contributes to the valorization of non-habitual crosses used for the production of this type of birds and allows to make a more efficient use of the populations maintained in the genetic nucleus.

Key words: experimental hybrids, growth, feed efficiency, body conformation, free-range poultry

INTRODUCCIÓN

Aspectos generales

La avicultura es una actividad pecuaria de larga data en la historia de la humanidad. Dada la dificultad de disponer de restos fósiles de aves debido a la rápida degradación que sufre su estructura ósea, no se cuenta con datos precisos acerca de cuándo ocurrió la domesticación de la gallina si bien se estima que pudo haber sido alrededor de 8000 años atrás en la India y, tiempo después, en China y Medio Oriente. Sus antecedentes prehistóricos se remontan al período neolítico según puede observarse en antiguos grabados en los que las aves figuran en escenas de caza o como elementos decorativos. La gallina es, también, uno de los primeros animales domésticos que aparecen en la historia escrita y dan cuenta de ello los jeroglíficos del Antiguo Egipto, las tallas babilónicas de siluetas mencionadas por escritores griegos y antiguos documentos chinos y las tablillas cuneiformes halladas en el sur de la Mesopotamia (Wood-Gush, 1959; Castelló Llobet *et al.*, 1989).

Desde un punto de vista taxonómico la clase “Aves” comprende varios órdenes. El orden Galliformes presenta varias familias entre las cuales se encuentra la familia Phasianidae que incluye a la gallina doméstica (*Gallus gallus domesticus*). Se trata de animales adaptados a la vida terrestre, con uñas duras que les permiten hurgar y con alas redondeadas de escasa longitud lo que limita su vuelo, actividad que, en general, sólo intentan como estrategia de defensa para huir de depredadores o para descansar en sitios elevados tales como las ramas de los árboles. Al igual que las aves voladoras, están dotados de ciertas particularidades morfológicas, con músculos pectorales fuertes y a la vez flexibles y esternón en forma de quilla, que le permiten ejercer dicha función. En general, tienen capacidad para adaptarse a un amplio rango de ambientes y poseen requerimientos dietéticos flexibles. Presentan un marcado dimorfismo sexual, reconocible en el tamaño corporal, en la pigmentación del plumaje y en los hábitos de cada sexo. Los machos, tanto de los ancestros silvestres como de las razas mejoradas actuales, se destacan por su porte y por la belleza cromática del plumaje, diferenciándose de las hembras que poseen menor tamaño corporal, plumaje mucho más discreto en cuanto a su pigmentación y escasa capacidad de lucha. El patrón de comportamiento sexual permite que un solo macho se aparee con varias hembras. Su organización jerárquica está posiblemente basada en el reconocimiento individual, siendo seres sociales que viven en grupos de uno a dos machos y dos a cinco hembras más jóvenes, resultando sencillo manejarlos respetando esa estructura.

El repertorio de conductas habituales característico de estas aves no ha sufrido grandes modificaciones a lo largo del tiempo. Tanto las silvestres como las domésticas son omnívoras y escarbar y picar la tierra en busca de alimento constituyen actividades muy frecuentes. Poseen

un pico corneo, órgano exploratorio innervado a nivel terminal con numerosos receptores táctiles, que le permiten el picoteo con precisión. Poseen receptores del dolor y muestran aversión a ciertos estímulos que pueden ser interpretados como experiencias dolorosas (Dawkins, 1980).

En términos de crecimiento, la gallina doméstica ha superado ampliamente la potencialidad de sus antecesores silvestres, diferencia muy evidente en el caso de las aves destinadas a la producción de carne. Mientras un ave silvestre generalmente alcanza un kilo de peso siendo adulta, el actual pollo parrillero o *broiler* más que duplica dicho peso a las 6-7 semanas de vida. Las diferencias entre unos y otros van más allá de la tasa de crecimiento e incluyen un marcado desarrollo de la pechuga y cambios asociados en la conformación del cuerpo. En tal sentido, la avicultura industrial actual caracteriza al pollo para carne o “broiler” como un tipo de ave, tanto macho como hembra, de rápido crecimiento, con un desarrollo notable de la musculatura a nivel de la región pectoral y de las extremidades, lo que le confiere una conformación "redondeada" y diferente de la forma estilizada que presentan las poblaciones de aves destinadas a la producción de huevos. Lo breve del lapso de crecimiento y engorde, característica alcanzada a partir de modificaciones genéticas de las poblaciones ancestrales acompañadas de las adaptaciones ambientales necesarias, juntamente con accesibles costos de producción y el hecho de tratarse de una carne nutritiva cuyo consumo carece de contraindicaciones por motivos religiosos, ha convertido a estos pollos en la base principal de la producción masiva de carne aviar de consumo habitual.

A nivel mundial, la producción pecuaria se concentra principalmente en países en desarrollo en los cuales la mayoría de los sistemas productivos agrícola-ganaderos han sido históricamente multipropósito y extensivos (Garcés, 2002). Los antecedentes pioneros en la cría masiva de pollos para carne se sitúan en los Estados Unidos de América hacia fines del siglo XIX, con la aparición de las primeras granjas dedicadas a este tipo de producción. Si bien inicialmente la actividad se desarrollaba a partir de los machos provenientes de la reposición de lotes de gallinas ponedoras, progresivamente se tornó indispensable trabajar con aves que presentaran mayor rendimiento cárnico, lo que condujo a la utilización de razas semipesadas tales como Rhode Island y New Hampshire con la finalidad de mejorar la deficiente aptitud carnicera de las aves livianas de postura y, posteriormente, a la introducción de las razas pesadas Plymouth Rock Blanca y Cornish Blanca. La posibilidad de diferenciar los sexos al nacimiento

mediante el método de sexado cloacal (Masui, 1927) permitió destinar las hembras a la producción de huevos y los machos a la producción de carne.

Con el avance de la “revolución pecuaria” -llamada así por analogía a la “revolución verde”- y sus consecuencias a nivel de los sistemas productivos (Garcés, 2002), la modalidad de crianza se fue modificando paulatinamente pasando de la producción de animales para múltiples propósitos a otros sistemas donde los mismos se crían en condiciones de factoría industrial y se destinan a la exportación (Delgado *et al.*, 1999). Este cambio fue particularmente notorio a nivel de la avicultura industrial, actividad que evidenció una transformación progresiva hacia sistemas intensivos e integrados en los que la crianza de las aves se lleva a cabo en total confinamiento. De este modo, de una avicultura derivada de la política de posguerra caracterizada por el trabajo en condiciones precarias, con estirpes poco productivas, problemas técnicos y sanitarios, sistemas artesanales de cría y primitivas estructuras comerciales se pasó, en nuestros días, a un tipo de producción que ha concentrado toda la “filosofía” del modelo pecuario imperante. Este desarrollo creciente se vio favorecido por la conformación monogástrica de las aves, su capacidad para transformar cereales y oleaginosos en carne mediante la cría intensiva y los progresos genéticos logrados a través de la introducción de nuevas razas, nuevas estirpes de las razas existentes y cruzamientos altamente productivos entre ellas. Además de estas razones de índole biológica, también contribuyeron otras de tipo económico-financiero tal como la rápida rotación de capital dentro del sistema productivo. Por otra parte, la adopción de nuevas tecnologías homogeneizó el sector aviar en los diversos países, lo que contribuyó a un notorio aumento en la demanda de carne y huevos. La implementación de mejoras en el manejo habitual de los lotes, tales como la aplicación de programas de iluminación artificial y el alojamiento de las aves en jaulas, eliminó la estacionalidad en la postura, automatizó la recolección de huevos y disminuyó notablemente los riesgos sanitarios de las poblaciones productivas. La implementación de nuevas técnicas de crianza y la intensificación de la producción representaron una clara alternativa en relación a la avicultura tradicional y la transformaron de una actividad que había sido casi siempre complementaria de otras actividades agropecuarias, en una altamente especializada y con un definido perfil empresarial e industrial propio.

Dado el carácter intensivo de este tipo de producción, la misma no es comparable con ninguna otra producción animal, a lo que se le agrega un grado cada vez mayor de industrialización de los productos terminados que le otorga a esta actividad un importante valor

agregado (Segrelles Serrano, 1993). A este respecto, en las últimas décadas, las modificaciones asociadas al crecimiento de estas aves sumadas a aquellas propias del producto comercializado y procesado llevaron a un cambio sustancial del sector. En el caso particular de las aves destinadas a la producción de carne, la aplicación de estrategias propias de la genética cuantitativa clásica al mejoramiento de los caracteres de interés económico posibilitó un incremento notable de la tasa de crecimiento, de tal modo que los ochenta y cuatro días requeridos a mediados del siglo pasado para lograr 2 kg de peso, se redujeron a tan sólo cuarenta y cinco días a partir del año 2000 y, en la actualidad, las empresas que producen los híbridos más difundidos en el país declaran un peso de 2.800 g a los 42 días de edad con ganancias medias diarias de 67 g (Cobb-Vantress, 2015). Además de la respuesta directa obtenida en la velocidad de crecimiento, la selección por alto peso corporal produjo, como respuestas correlacionadas favorables, un aumento en las dimensiones corporales, una mayor proporción de cortes valiosos y, en consecuencia, un mayor rendimiento de carne a la faena (Cahaner y Siegel, 1986a; Ewart, 1993). El conocimiento de la composición de las materias primas y de los requerimientos nutricionales de las aves, mejoró la calidad de la dieta ofertada y los valores de conversión alimenticia (Sheldon, 2000). La optimización de las instalaciones y el equipamiento mejoraron las técnicas de crianza (Castelló *et al.*, 1993; Plano, 1995) y la información generada acerca de los mecanismos involucrados en el desarrollo de muchas enfermedades favoreció su control mediante la terapéutica, la inmunización y la implementación de estrictas normas de bioseguridad (Calnek, 1997).

Esta profunda transformación, que llevó a reemplazar progresivamente la avicultura doble propósito inicial por aves especializadas en uno u otro tipo de producción -huevos o carne- continuó con la aparición de los primeros contratos de integración en la década de 1950, como respuesta frente a las oscilaciones de precios resultantes de la falta de adecuación entre oferta y demanda. Mediante esta nueva forma contractual, se produjo una gran concentración sectorial en la producción, integrando la misma desde la etapa de producción de reproductores, alimento balanceado y otros insumos hasta las etapas finales de faena, procesado y comercialización (Urrutia, 1997).

En este sentido, en los Estados Unidos de América, uno de los primeros países que lideró la producción de carne de pollo y pavo, un reducido número de empresas integradoras manejan actualmente más del 50% de los pollos producidos. Las mismas disponen de incubadoras, plantas de alimento balanceado y de procesamiento y distribución de productos terminados y

aportan a los avicultores los pollitos BB, el alimento balanceado y sus servicios técnicos, a cambio de las instalaciones para la crianza y la mano de obra, eslabonando de este modo todas las etapas existentes entre la reproducción y la comercialización de las aves.

El éxito de esta figura, conocida como "integración vertical" favoreció su rápida difusión en países europeos y se instaló también en Argentina, en donde sólo una muy baja proporción de la producción está a cargo de pequeños productores que compran los insumos por cuenta propia y faenan en mataderos independientes (La industria del pollo para carne. www.avicultura.com/libros/pcp2-cl.pdf).

Esta estructura productiva empresarial integrada, donde muy pocas empresas concentran toda la producción del material genético (Urrutia, 1997), siendo ellas y no el mercado las que fijan los precios en cada fase de la cadena de producción (Segrelles Serrano, 1998) otorgó una impronta característica a la dinámica del sistema al asegurar el control de todas las etapas involucradas en el funcionamiento del sector -desde la investigación genética hasta la distribución de los productos- lo que sin duda intensifica la dependencia entre las naciones.

La producción avícola industrial a la que se ha hecho referencia, puede caracterizarse desde el punto de vista genético, comercial y productivo (Dottavio y Di Masso, 2010).

En términos genéticos, el broiler o parrillero comercial responde clásicamente a un esquema de cruzamientos que utiliza como madre un híbrido simple entre dos estirpes de la raza Plymouth Rock Blanca (White Rock) y como padre una estirpe de la raza Cornish Blanca, que aporta velocidad de crecimiento y una adecuada conformación carnícera al producto comercial. En teoría, este esquema de cruzamientos permite utilizar diferentes fuentes de variancia genética tanto aditiva como no aditiva. La primera, en el caso de aquellos caracteres productivos considerados deseables que son mejorados por selección dentro de las diferentes poblaciones mencionadas, como así también la implicada en el fenómeno de complementariedad entre las poblaciones materna y paterna involucradas en la cruce. La segunda, para caracteres reproductivos en el híbrido simple a utilizar como madre que debe tener buena postura, como así también para caracteres de crecimiento en la respuesta heterótica esperable en el producto del cruzamiento terminal.

A nivel comercial, Argentina importa prácticamente la totalidad del material genético que utiliza para la producción local de carne de pollo, dado que la base genética empleada en el país en estos cruzamientos es producida en cabañas localizadas en el extranjero y se importa a nivel de abuelos del ave de uso comercial, limitándose entonces su intervención a la multiplicación

del producto final. En la actualidad, según el Registro Nacional de Multiplicadores e Incubadores Avícolas (RENAVI) existen siete granjas de abuelos, 301 de padres y 5300 de engorde de pollos (RENAVI, 2015). Ello implica que en el país sólo se realizan las etapas finales de producción de las aves para engorde, sobre la base de este material previamente seleccionado y mejorado en los países de origen, sin intervención de los multiplicadores locales. La importación del material genético proviene de EEUU y Europa y la estrategia comercial que acompaña al proceso de hibridación transforma a éste en un instrumento de apropiación genética, en tanto genera una situación de “bloqueo biológico” al denegar el acceso a los progenitores -machos de las líneas femeninas y hembras de la línea masculina- (Gura, 2007). Este hecho reviste gravedad en relación con la seguridad alimentaria y para un país productor de alimentos como el nuestro, dado que transforma a la avicultura en la única producción animal de la que no puede afirmarse que se encuentre garantizada, hecho destacado en el informe del país enviado a la FAO en el año 2003, sobre la situación de los recursos zoogenéticos en Argentina.

Finalmente, desde un punto de vista productivo, la industria del pollo parrillero se estructura en un criterio de faena basado en un peso objetivo y la principal diferencia entre genotipos radica en su velocidad de crecimiento y, por lo tanto, en el tiempo requerido para alcanzar dicho peso. En consecuencia, el mejoramiento genético de este tipo de aves ha estado orientado a reducir el tiempo necesario para alcanzar dicho objetivo mediante el aumento de la tasa de ganancia diaria de peso corporal. La intensa selección genética aplicada a las poblaciones avícolas logró concentrar genes vinculados con la velocidad de crecimiento y la eficiencia alimenticia (North, 1993; Urrutia, 1997, 1999; Thiruvankadan *et al.*, 2011). Esta estrategia ha sido lo suficientemente efectiva como para reducir la edad de faena a razón de un día por año entre 1960 y 1990, a la vez que para aumentar entre el 250 y el 300% el peso corporal a la edad de faena de los híbridos comerciales del año 1991 en comparación con las poblaciones de cría libre utilizadas en el año 1957 (Marks, 1979; Chambers *et al.*, 1981; Havenstein *et al.*, 1994a). El potencial genético para crecimiento de los pollos parrilleros muestra una tasa de aumento continua anual de 50 g lo que ha posibilitado disminuir la edad al peso objetivo de faena en 0,75 días por año (Samarakoon y Samarasinghe, 2012). Con este ritmo, en la actualidad son comunes ganancias diarias de peso promedio para todo el ciclo de 60-70 gramos y una edad de faena entre las cinco y las seis semanas o incluso menor dependiendo del peso final requerido. Estos valores indican que, en forma paralela al fuerte

impacto de las intervenciones sobre las variables medioambientales, la genética ha desempeñado un papel significativo en el mejoramiento global de la producción eficiente de carne de pollo y ha sido la responsable del 85-90% del cambio en la tasa de crecimiento observado en los últimos 50 años (Havenstein *et al.*, 2003) contribuyendo de este modo al crecimiento sostenido de la producción mundial de carne aviar.

Retomando el rol de la genética en la avicultura, los programas de mejoramiento llevados a cabo en las poblaciones de aves, complementados con las modificaciones a nivel del manejo ambiental -alimentación, sanidad e instalaciones- son responsables de las altas performances productivas actuales. Entre las estrategias genéticas aplicadas históricamente para el mejoramiento de las poblaciones avícolas, la selección artificial ha desempeñado un papel significativo a nivel de la producción de carne de pollo. En los últimos años se han perfeccionado los métodos que permiten una mejor modelización de los efectos genéticos, y se han incorporado los avances obtenidos mediante las nuevas técnicas provenientes de la genética molecular. En este marco, si bien la actual modalidad productiva intensiva ha contribuido a convertir a la carne de pollo en un producto masivo y en franca expansión, resulta indispensable hacer algunas consideraciones surgidas desde otros puntos de análisis.

La revolución pecuaria impulsada por una demanda creciente de proteínas de origen animal, si bien aumentó de manera notoria la productividad de las poblaciones, también trajo aparejada una serie de respuestas negativas que, por sus consecuencias a nivel de los sistemas productivos, no pueden dejar de considerarse. La pérdida de la diversidad genética sufrida por los planteles de aves amenazando la seguridad alimentaria (FAO, 2010), la alteración de los ecosistemas y la generalización de epizootias a causa de la concentración exagerada de animales en pequeños espacios (Gozálvez, 1987). Los perjuicios que esta actividad genera en materia de derroche energético y los riesgos de polución debido a las grandes cantidades de sustancias contaminantes que producen (Haan *et al.*, 1998; Costa y Urgel 2000; Smith *et al.*, 2001) son consecuencias que no pueden soslayarse. Además de ellos, la alta tasa de producción de las poblaciones de pollos aumentó la dependencia con relación a los principales insumos tales como la alimentación y la sanidad, sin cuya provisión se compromete la salud y el bienestar de los animales (van de Weerd *et al.*, 2009).

Estos problemas derivados de la ganadería intensiva preocupan desde hace tiempo a los principales países productores de la Unión Europea, que discuten esta temática en relación a la urgente necesidad de implementar sistemas alternativos de manejo que permitan compatibilizar

la viabilidad económica de la actividad ganadera con el equilibrio ecológico (Segrelles Serrano, 1993, 1996). Con referencia a cuestiones de seguridad alimentaria, no son pocos los autores (De Cuenca, 1968; García Dory, 1980; García Dory y Martínez Vicente, 1988) que entre finales de la década de los años sesenta y los ochenta, plantearon el dilema de importar ejemplares seleccionados o, por el contrario, llevar a cabo el mejoramiento de las razas autóctonas. A ello, y además del impacto negativo sobre el medio ambiente, se suma el ejercido a nivel del bienestar de los animales que, como consecuencia de la intensa selección genética sufrida, las mutilaciones asociadas a prácticas de manejo y el alto grado de confinamiento durante la crianza, soportan una existencia precarizada. Esta última afirmación se fundamenta en que, en términos generales, los actuales sistemas de producción comercial diseñados con la finalidad de aumentar ilimitadamente el rendimiento individual han interferido en el equilibrio entre la etología y la producción animal. Con referencia a esta última aseveración resulta evidente el conflicto derivado de la cría en confinamiento de una especie animal que, en estado natural, se caracteriza por desplegar, entre otras, el repertorio de conductas descritas previamente (conducta social grupal, escarbar y picar la tierra en busca de alimento, ensayar vuelos cortos para huir de depredadores o buscar refugio en zonas más elevadas, etc.).

La mayoría de las modificaciones referidas al bienestar de las aves destinadas a la producción comercial de carne resultan de perturbaciones biológicas y de comportamiento, asociadas a modificaciones derivadas de la presión selectiva aplicada a las poblaciones en base a criterios tales como velocidad de crecimiento, conversión de alimento y rendimiento de cortes valiosos a la faena (Flock *et al.*, 2005; Bessei, 2006; Estévez, 2007). Varios autores han evaluado, a nivel de los programas de mejoramiento en aves de carne, una serie de respuestas correlacionadas consideradas negativas, asociadas a los cambios logrados por selección. En tales evaluaciones se han constatado deterioros en el desempeño reproductivo de las aves (Hocking *et al.*, 1987; Robinson *et al.*, 1991; McGary, 2002), en su integridad esquelética (Katanbaf *et al.*, 1989; Lilburn, 1994; Corr *et al.*, 2003; Knowles *et al.*, 2008), en su salud cardiovascular y en su respuesta inmune (Qureshi y Havenstein, 1994; Yunis *et al.*, 2000; Koenen *et al.*, 2002; Cheema *et al.*, 2003; Hafez y Hauck, 2005). La fragilidad metabólica y la mayor propensión al estrés, sumadas a la intensificación de las prácticas de manejo actuales, afectan la salud productiva de los lotes y ocasionan enfermedades como la ascitis (Leonard Roca *et al.*, 1991; Scheele *et al.*, 1991; Brake y Garlich, 1996; Scheele, 1997) y problemas osteo-articulares (Thorpe, 1994; Mitchell *et al.*, 1997). En general, estas alteraciones resultan de

un desajuste fisiológico atribuible al deficiente desarrollo de los órganos de las aves en relación con las exigencias de la función a desempeñar y que es causa de elevada mortalidad en los lotes afectados. Los órganos internos -corazón, riñón, hígado, intestino- conformados por tejidos con alta intensidad metabólica, son los principales responsables del gasto de energía. La principal causa de las diferencias en eficiencia entre biotipos está asociada al peso relativo de estos órganos (Webster, 1989), razón por la cual, cuanto menor es su tamaño, menores son también los requerimientos de energía para cubrir las necesidades de mantenimiento (Di Marco, 1993). En este marco de situación, resulta poco probable que las estrategias genéticas aplicadas en los programas de mejoramiento resuelvan el problema planteado, ya que la heredabilidad del tamaño de esos órganos es casi nula lo que torna muy poco probable su modificación por selección por lo que su resolución deberá plantearse en relación con el ajuste de las condiciones ambientales.

Por otra parte, si bien la respuesta en velocidad de crecimiento fue acompañada por una mejora en la eficiencia alimenticia, los pollos parrilleros actuales presentan también una mayor proporción de grasa abdominal, respuesta correlacionada indeseable dado que el exceso de grasa es perjudicial en términos de calidad de la carcasa (Chambers *et al.*, 1983; Soller y Etain, 1985).

La interrupción de la homeostasis generada por las respuestas correlacionadas descriptas podría transformarse en una barrera tanto económica como fisiológica si se continuara modificando el crecimiento de estas aves por selección y sobre la base de los criterios empleados hasta el momento (Appleby *et al.*, 1994; Emmerson, 1997).

Los efectos detallados en relación a la notoria intensificación de la producción avícola generaron la reacción de algunos grupos proteccionistas que expresaron inquietudes éticas con respecto al tratamiento al que se ven sometidas las aves en las diferentes etapas de crianza. Estas inquietudes fueron volcadas en el llamado Informe Brambell (Brambell, 1965) presentado al Parlamento Británico a mediados de los años 60, documento que representa un fuerte antecedente como instrumento de protesta frente a los sistemas actuales de crianza.

Desde aproximadamente la última década del siglo XX, las evidencias científicas sugieren que no ha habido una mejora real en la situación de bienestar de las aves bajo sistemas de manejo intensivo e incluso que ciertas condiciones generales de manejo han empeorado en algunos aspectos. Dada la preminencia que esta cuestión está tomando, disponer de una definición de bienestar que permita su evaluación en condiciones productivas, facilitaría su

discusión a nivel de legislación y contribuiría a posicionarlo como tema relevante a considerar en los intentos de conciliar los intereses de productores y consumidores.

De acuerdo con el Informe Brambell (1965) el bienestar animal hace referencia tanto a los aspectos físicos como a los aspectos “psíquicos” del animal, por lo que su evaluación deberá considerar los estudios científicos disponibles relativos a los “sentimientos” de los animales, que puedan deducirse de su estructura, su función y su comportamiento. Diversos autores se refieren al bienestar como una característica individual vinculada con los efectos del genotipo y del ambiente sobre los individuos (Duncan, 1981), un estado particular que considera la intención de “poder” hacer frente al ambiente en el que se encuentran (Selye, 1980; Broom, 1986; Zulkifli y Siegel, 1995), la satisfacción de todas las necesidades asociadas con la buena salud y la posibilidad de reproducir los patrones de comportamientos habituales ya mencionados (Vestergaard, 1996) o como respuesta a estresores lo que presupone una redistribución de los recursos disponibles por el ave (Siegel, 1980; Beilharz *et al.*, 1993; Elrom, 2000). Organismos como el SENASA (2004) asocian el concepto de bienestar animal con el trato humanitario brindado a los mismos, definiéndolo como “el conjunto de medidas destinadas a disminuir la tensión, el sufrimiento, los traumatismos y el dolor de los animales durante su traslado, exhibición, cuarentena, comercialización, aprovechamiento, entrenamiento y sacrificio”. En el caso de la Unión Europea, la trascendencia de esta temática ha quedado plasmada en el Protocolo sobre la Protección y el Bienestar de los animales que obliga a los Estados miembros y a las instituciones europeas a considerar explícitamente esta cuestión cuando formulan y aplican las políticas comunitarias (Horgan, 2007).

Como consecuencia de las polémicas instaladas en diversos países acerca de la modalidad de cría de aves, tanto de postura como para producción de carne, en condiciones de estrecho confinamiento y de la legislación generada al respecto, como así también de la presión ejercida por los propios consumidores, estas producciones han tendido a hacerse menos intensivas. A ello puede agregarse que los consumidores de ciertas regiones del mundo, tales como los países del este asiático y los países europeos, están dispuestos a pagar un mayor precio por carne de pollo de mayor sabor y firmeza producida en condiciones de menor confinamiento (Fanatico *et al.*, 2002) bajo producciones de tipo orgánico o ecológico. Esta presión de los mercados, primero en Europa y más recientemente en los países emergentes, por alimentos más saludables llevó a repensar, en algunos aspectos, el modelo tradicional de manejo de aves para carne (Hellmeister Filho, 2002) centrando el interés en sistemas de producción que contemplen

el bienestar animal, permitan a las aves el libre acceso a espacios libres de manera tal que puedan expresar los comportamientos propios de la especie y confieran mejor calidad al producto final. Sumándose a esto, numerosas organizaciones preocupadas por el bienestar animal consideran indispensable que la industria revierta la implacable marcha iniciada hace unas décadas, a través de la disminución de la tasa de crecimiento y del manejo prudente de la densidad de los lotes durante la cría, a fin de que los animales puedan expresar sus patrones habituales de conducta resguardando su salud y vitalidad.

Actualmente, las demandas de los genetistas, los consumidores y los criadores se están adaptando a este nuevo contexto, priorizan nuevos aspectos tales como calidad del producto final, la resistencia a enfermedades y el bienestar animal (Beaumont, 2004) y, como respuesta a las crecientes preocupaciones concernientes al tema en cuestión, comienzan a plantearse opciones productivas alternativas.

Como se mencionó previamente la historia de la producción avícola incluye un largo capítulo en el que las aves tenían libre acceso a espacios abiertos. El confinamiento surge a partir de preocupaciones relacionadas con la acción de depredadores y con el control de las enfermedades, como así también en el marco de la búsqueda por intensificar y automatizar la producción. Si bien el sector avícola industrial tiene el mérito de proporcionar al consumidor una carne nutritiva, económica y siempre disponible, el de la producción extensiva basa sus principios en la obtención de productos aviares diferenciados de los estándares por su mejor calidad organoléptica, evitando el uso de métodos de cría agresivos que puedan afectar al desarrollo armónico del animal y potenciando su respeto hacia el mismo y sus necesidades y hacia el ambiente que lo rodee.

El término avicultura alternativa hace referencia a cualquier modalidad de avicultura que difiera de la convencional e involucra sistemas de producción menos intensivos con miras a la obtención de carne o de huevos diferenciados de los productos tradicionales, por su calidad y/o por el modo de crianza de las aves. La cría de aves cinegéticas y la avicultura ecológica presentan características específicas que, generalmente, se definen mediante normas protocolizadas. La gran variedad de los segmentos que pueden considerarse dentro de la denominación genérica de avicultura alternativa, desde las aves cinegéticas a los varios tipos de pollos: ecológicos, orgánicos, etc., determina que no sea tarea fácil señalar elementos comunes, ni en su progresión histórica ni en sus actuales circunstancias productivas y comerciales. No obstante, casi todas estas modalidades productivas coinciden en ciertos

aspectos entre los cuales se incluyen la cría al aire libre, al menos durante una parte del ciclo, y el objetivo de promover productos diferenciados de los convencionales.

Este tipo de avicultura no representa una modalidad productiva tendiente a sustituir a los sistemas productivos actualmente vigentes, por lo que no sería, en sentido estricto, una alternativa, sino que la alientan otros propósitos. Por un lado, en relación con los productores, cubriría un nicho que demanda inversiones más modestas que las convencionales, nuevas alternativas de negocio para avicultores en actividad con niveles productivos con crecimiento limitado, contribuyendo a la diversificación. Por otro lado, y en relación con los consumidores, los productos alternativos ampliarían la oferta de productos de calidad, obtenidos en forma artesanal, en concordancia con las demandas de condiciones de bienestar y de sistemas sostenibles.

En Europa, los comienzos de este tipo de producción alternativa datan de la segunda mitad de los años 80 y se basaron en la cría artesanal de pequeños lotes, en la importación de conocimientos y técnicas y en un mercado incipiente de algunos productos particulares - codorniz, foie gras y derivados- que se destinan a exportación. Tratando de acercar la nueva filosofía de explotación cualitativa de pollos a los antiguos métodos de crianza rurales, aparecen el pollo campero y el pollo Label. La producción de carnes ecológicas se caracteriza por ser un proceso controlado y certificado por un organismo que garantiza el cumplimiento de pautas predeterminadas para su obtención, como ocurre en el caso de Francia con su tradicional pollo “Label Rouge” o de España, donde la región de Cataluña ofrece la garantía a través de la etiqueta de marca “Q” registrada por el Departamento de Agricultura catalán en el año 1996, que se otorga a las empresas que la solicitan y que elaboran un producto reglamentado (Vélez, 1995). La producción del tipo de ave de carne denominada “Label Rouge”, es una modalidad productiva cuyo objetivo fue ofrecer al mercado un producto claramente diferenciado del pollo industrial, caracterizado por la calidad y autenticidad en su producción. La misma fue regulada por el estado francés y, con el tiempo, se extendió a la producción de huevos y también a otras aves, lo que la transformó en el modelo de referencia más citado como producción alternativa de la cría intensiva. “Labelizar” no es sólo etiquetar, sino que el producto esté sometido a estrategias de producción lo más natural posible y sujetos a una reglamentación definida (Sauveur, 1997). En términos generales, los criterios de calidad contemplados en las normativas hacen referencia al empleo de razas o estirpes de crecimiento lento, limitaciones en la densidad

de aves, alimentación basada un 70 % en cereales y prolongación de la edad de faena respecto de la cría convencional.

En menor magnitud en otros países europeos -España, Bélgica, Holanda, el Reino Unido, etc.- comenzó a popularizarse este tipo de pollos que, bajo diversas denominaciones, se diferencian del ave industrial convencional. En 1991, la Comunidad Económica Europea abordó la “labelización” comunitaria de las aves de corral al promulgar disposiciones específicas para las producciones avícolas no convencionales, tratando de unificar los criterios de crianza y las denominaciones de las etiquetas. Se reconoce así una producción aviar que en virtud de determinados métodos de crianza, adquiere una cierta calidad organoléptica. Al menos en España, la palabra “label” no siempre refiere a crianzas de pollos bajo las normativas de calidad citadas. Es habitual usar la denominación “label” para referirse a un pollo de crecimiento lento que puede o no ser criado de ese modo. Aparece así el término *campero* y entonces cualquier crianza tipo “label” es campera, pero no todas las camperas son “label”.

En los últimos años, varios países en vías de desarrollo, en África, Asia y América Latina, vienen implementando programas dirigidos a la producción avícola de traspatio, existiendo incluso una organización apoyada por la FAO denominada Red Internacional para el Desarrollo de la Avicultura Familiar (RIDAF), que promueve, entre otros aspectos, el empleo de razas de aves autóctonas y la seguridad alimentaria en zonas rurales (FAO, 2002; Pampín Balado, 2003). En Latinoamérica, la avicultura cubana y particularmente la producción alternativa de huevos y carne, se ha diversificado con un enfoque familiar sustentable. De este modo, se han desarrollado genotipos caracterizados por su rusticidad, baja mortalidad y gran resistencia para producir en condiciones adversas. La formación de estirpes de aves con estas características y el mantenimiento de un crecimiento corporal sostenido sentó las bases para generar los planteles reproductores de pollos destinados a la avicultura no tradicional (Melo, 2005). En este proceso, se priorizó el desarrollo de estirpes que, por cruzamiento, dieron origen a un híbrido autosexante por velocidad de emplume al nacimiento (Plasencia, 2005). Estas estirpes, en donde se fijaron genes relacionados con la pigmentación del plumaje y con la velocidad de emplume, se diferenciaron de las poblaciones comerciales habituales (Godínez *et al.*, 2006). A comienzos de la década del noventa se concretó el cruzamiento para la obtención de un pollo diferencial, denominado genéricamente Campero, orientando su explotación hacia el sistema no tradicional, alternativo y sustentable, y comenzó la implementación de programas de mejoramiento basados en una estructura piramidal y en indicadores productivos de interés económico.

Por otra parte, dentro de la avicultura tradicional, las aves de razas asimiladas (Cornish Blanco y Colorado, Rhode Island, Plymouth Rock, New Hampshire, etc.) son utilizadas en programas de mejoramiento genético para la producción de estirpes adaptadas a las condiciones técnico-productivas y culturales de las zonas rurales (Finzi, 2000) y, en ese contexto, la producción de aves presenta particularidades que le son específicas.

Si bien la orientación o el alcance económico de los sistemas de producción avícola industrial y familiar llevan a pensar a los mismos como propuestas completamente diferentes existen, sin embargo, componentes comunes a ambos y, por lo tanto, extrapolables e interdependientes. De hecho, si las condiciones de contexto se establecen adecuadamente, no sólo resulta factible sino también conveniente que ciertos componentes tecnológicos utilizados y convalidados a través de años de experiencia por la avicultura industrial sean incorporados a los sistemas de producción de menor escala. Esta estrategia incorpora valor social al proceso y aporta a la evolución económica global de la avicultura de una zona o región (Finzi, 2000).

En este contexto relativamente reciente, se ha propuesto (Bassler, 2005) que el genotipo ideal para la producción avícola orgánica o ecológica probablemente esté representado por poblaciones doble-propósito en la que los machos se destinan a la producción de carne y las hembras a la producción de huevos. Esta nueva modalidad productiva que parecería remitir a los inicios de los sistemas productivos avícolas, evitaría el sacrificio de todos los machos de un día de edad provenientes de las líneas especializadas en producción de huevos, práctica cuya trascendencia alcanza magnitudes considerables ya que por ejemplo, se ha estimado que en la Comunidad Europea, la misma lleva a la eliminación de más de 300 millones de pollitos BB por año, hecho discutible en términos de ética en un mundo acosado por el flagelo del hambre (Nauta *et al.*, 2003).

Las respuestas correlacionadas indeseables a la selección por rápido crecimiento y la creciente preocupación por cuestiones vinculadas con el bienestar de los animales criados con fines de consumo ya mencionadas llevan a la necesidad de utilizar poblaciones con menores tasas de ganancia diaria de peso lo que implica mayor edad al peso objetivo de faena y una mayor relación de conversión de alimento, cuestiones que necesariamente se traducen en un aumento en los costos de producción (van Harn y van Middlekoop, 2001). Por otra parte, en la propuesta de sistemas basados en aves doble-propósito, adquiere trascendencia la incompatibilidad genética entre caracteres de crecimiento y reproducción (Chambers, 1990), hecho a tener en cuenta al proponer la difusión de las poblaciones de este tipo en el marco de

planes de asistencia alimentaria en reemplazo de las poblaciones locales de uso doméstico y de muy baja productividad.

Ante estas nuevas modalidades productivas el sector avícola industrial expone sus progresos en materia de sanidad, calidad y performance a la vez que evidencia escaso interés y cierta desconfianza por este tipo de avicultura con protocolos y recomendaciones que, en apariencia, propugnan una vuelta a los antiguos sistemas. Sin duda, las reglas del mercado consumidor tienen sus particularidades y, por lo tanto, éste será el desafío que se espera en los años venideros. Pese a estas incertidumbres, cabe mencionar que en los últimos tiempos se ha puesto en evidencia cierta oferta por parte de las grandes compañías internacionales, de poblaciones de aves de menor velocidad de crecimiento, aptas para estas nuevas modalidades productivas.

Con respecto al panorama global de la avicultura en nuestro país, en sus inicios la misma se caracterizó por la existencia de poblaciones que respondían a un esquema de explotación semi-industrial, con líneas de pedigrí y algunos cruzamientos doble-propósito en los que, como era habitual para la época, las hembras se destinaban a la producción de huevos y los machos para consumo. El manejo se hacía a campo o en condiciones de semi-cautiverio y la alimentación se basaba principalmente en mezclas de granos. La comercialización estaba a cargo de cooperativas y la mayor parte de los productos se derivaba finalmente al Mercado Central de Aves y Huevos de la Capital Federal. La mercadería se vendía viva o bien faenada sin eviscerar. La avicultura industrial nace en el país alrededor de la década del sesenta, momento en que se introducen en el país las poblaciones progenitoras de los pollos híbridos o “parrilleros”, denominación que hace referencia a la forma de consumirlo o posteriormente al auge de las aves rostizadas. A nivel documental, un Informe Nacional del gobierno argentino con apoyo de la FAO sobre la situación de los Recursos Zoogenéticos (FAO, 2001) caracteriza al sistema de producción de aves de carne predominante en el país como “intensivo”, si bien se reconoce el progresivo crecimiento de la producción orgánica y de la avicultura familiar de traspatio. La producción actual de pollos parrilleros, como en gran parte del mundo, se caracteriza por su alto grado de concentración desde la etapa de producción a la de comercialización. Si bien la actividad de cría está atomizada en alrededor de 5000 granjas, la mayor parte de la faena de las aves se concentra en menos de 10 establecimientos, lo que asegura un adecuado control de sanidad. Esta integración permite ajustar y estandarizar cada eslabón de la cadena agroalimentaria de carne de pollo.

El producto final del esquema descripto es el pollo parrillero industrial que, como ya se comentó, desde un punto de vista genético es habitualmente un híbrido de tres vías cuya línea materna resulta del cruzamiento simple entre dos estirpes de la raza Plymouth Rock Blanca y la línea paterna es una estirpe de la raza Cornish (o un híbrido simple entre dos estirpes de dicha raza). La importación de material genético asociado a estos cruzamientos se tradujo en una alta vulnerabilidad en el sistema de producción atribuida entre otras causas a interacciones genético-ambientales, a la importación de endogenes virales asociados a las poblaciones o bien a variaciones en los objetivos de selección prefijados. En consecuencia, las estirpes actuales son más susceptibles a las condiciones del medio ambiente y dicha pérdida de rusticidad ha seguido una relación inversamente proporcional a las mejoras logradas en los índices de producción (Gordon y Jordan, 1985, Lleonard Roca *et al.*, 1991).

En el marco de situación descripto anteriormente en relación con la evolución de la avicultura a nivel mundial, en la actualidad también a nivel local esta situación está siendo reconsiderada con la finalidad de mejorar la viabilidad de los lotes, sin descuidar el rendimiento en kilos de carne producida por unidad de superficie útil de galpón. Una alternativa práctica aplicada a esta industria consiste en sacrificar parte de la velocidad de crecimiento priorizando la viabilidad y en consecuencia la rentabilidad del sistema (Buxade Carbó, 1988; Urrutia, 1997). En este sentido, y debido a su mayor disponibilidad en el mercado, existen algunas experiencias en el país del empleo de pollos parrilleros en modelos de producción alternativos (Revidatti *et al.*, 2006; Lazzari *et al.*, 2007), si bien al no ser incorporados bajo las condiciones técnicas adecuadas, su rendimiento productivo es menor, comprometiendo la sustentabilidad del sistema. De todos modos, aunque la producción de pollos parrilleros a nivel de pequeños y medianos productores no logre elevados índices técnico-productivos, no se descarta su utilidad bajo la condición de que se planifiquen convenientemente los objetivos técnicos (velocidad de crecimiento, peso de faena, longitud del ciclo, cantidad de aves en producción) y las normas generales de manejo (estrategias de alimentación, densidad de alojamiento, programas de iluminación y sanitarios).

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), a comienzos de 1990 en la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, si bien manteniendo el criterio vigente 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 de pollos ecológicos, la cual al estar apoyada en cereales y oleaginosos de igual

característica, resulta aún hoy demasiado costosa de implementar. Con este objetivo comenzó a desarrollar, a partir del cruzamiento de diferentes razas empleadas tradicionalmente para la obtención del pollo parrillero, una población de aves destinadas a un sistema de avicultura menos intensivo, que pudiera ofrecer un producto diferenciado que requiriese poco capital y un alto grado de asociativismo. Estos cruzamientos dieron origen a un pollo que fue denominado Campero (Bonino y Canet, 1999; Canet y Terzaghi, 2003) que se define como “un ave de crecimiento lento que alojada en semicautividad, con un plan sanitario mínimo, alimentado en forma natural sin aditivos químicos y que se faena próximo a la madurez sexual permite producir carne firme y de sobresalientes características organolépticas”. Estas aves camperas presentan una buena pechuga semejante a la de los parrilleros industriales y diferente del escaso desarrollo que tenían los músculos de la pechuga del antiguo pollo de campo. El plumaje es de colores variados, lo que lo diferencia del pollo industrial de color blanco dominante. Su comercialización se basa en las ventajas de consumir carnes magras con mejor textura y palatabilidad. Su producción requiere normativas protocolizadas que den seguridad al consumidor y justifiquen su precio de venta diferencial. En tal sentido se ha elaborado un protocolo para la producción de este tipo de ave, basado en los criterios establecidos por el INRA (Bonino, 1997). Con la misma finalidad, se desarrollaron dos híbridos autosexantes destinados a la producción de huevo campero en condiciones de crianza semi-intensivas: Negra INTA producto del cruzamiento de machos Rhode Island Red por hembras Plymouth Rock Barrado y Rubia INTA resultado del cruzamiento de machos Rhode Island Red por hembras Rhode Island Blanca.

Desde hace décadas el sector avícola del INTA está diseñado en base a una estructura de producción de tipo piramidal, análoga a la de la industria avícola, cuyo estrato inicial es un núcleo genético que funciona en la localidad de Pergamino (Provincia de Buenos Aires), en el cual se llevan a cabo cruzamientos entre estirpes propias de las diferentes razas involucradas en los mismos. Desde allí, los reproductores padres son enviados a granjas de multiplicación ubicadas en distintos centros del país, en donde a partir de los cruzamientos correspondientes se obtienen las aves destinadas a la producción de huevos para consumo y para carne. La multiplicación de estas aves está destinada principalmente a abastecer de gallinas ponedoras y aves para carne al programa Prohuerta, una iniciativa de seguridad alimentaria dirigida a la población en situación de pobreza estructural que, entre otros objetivos, tiene como finalidad que estas familias con necesidades básicas insatisfechas se capaciten para producir sus propios

alimentos. Para llevar a cabo este objetivo, el núcleo suministra a los diferentes centros de multiplicación, animales de cinco grupos genéticos, a saber: (1) machos de la línea paterna de pollo campero, (2) hembras de la línea materna de pollo campero, (3) machos Rhode Island Red como padres de las ponedoras autosexantes, (4) hembras Plymouth Rock Barrado y (5) hembras Rhode Island Blanca, estas dos últimas, madres de las ponedoras autosexantes.

El pollo conocido bajo la denominación general de Campero INTA, del cual se cuenta con diversas variantes según los genotipos involucrados en los cruzamientos que le dan origen, representa un nuevo tipo de ave destinado a la producción de carne, creado con el objetivo no de competir con el parrillero tradicional sino de convertirse en una alternativa para productores a pequeña escala, donde las opciones genéticas comerciales muestran desajustes ante un ambiente no totalmente acorde a sus exigencias con el consiguiente efecto sobre su potencial productivo, requiriéndose entonces de biotipos específicos que se adapten a esta situación. Campero INTA, al reunir las características requeridas para producir en tales condiciones, es una alternativa que armoniza aspectos tecnológicos con el ambiente, el bienestar animal, la productividad y la calidad del alimento generado. La producción actual de pollos Campero INTA está a cargo de pequeños y medianos productores que, por diferentes motivos, no se encuentran insertos en el circuito industrial y es destinada a consumo interno.

Desde el punto de vista genético, la versión tradicional de Campero INTA es producto de un cruzamiento simple entre dos poblaciones sintéticas: la sintética paterna AS y la sintética materna E, ambas generadas y mantenidas en el núcleo genético en Pergamino. La constitución genética de la Sintética E es 50% Cornish Colorado 50% Rhode Island Red mientras que la correspondiente a la Sintética AS es 50% Cornish Blanco, 50% Rhode Island Red. Ambas se mantienen como poblaciones cerradas, con bajo tamaño efectivo que es causa de depresión endogámica observable principalmente a nivel de caracteres reproductivos, con apareamiento aleatorio y selección fenotípica.

La propuesta de una estrategia de producción en semi-cautiverio, en el marco de sistemas menos intensivos y en condiciones más acordes con el comportamiento natural de la especie, requiere disponer de genotipos adaptados a dicha modalidad productiva. Como una nueva alternativa a ensayar basada en la factibilidad de generar aves doble propósito a partir de las estirpes de razas asimiladas mantenidas en el núcleo genético de la Estación “Ingeniero Agrónomo Walter Kugler” de INTA, se plantea como propuesta la producción de un híbrido de tres vías proveniente del cruzamiento de hembras F1 con 50% de genes Cornish Colorado -raza

que aporta aptitud carnicera 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 (Plymouth Rock Barrada y Rhode Island Red) por machos de una raza semi-pesada diferente de la utilizada en el cruzamiento inicial. Esta propuesta contempla por lo tanto, la posibilidad de disponer de dos poblaciones F1 (Cornish Colorado x Plymouth Rock Barrado y Cornish Colorado x Rhode Island Red) y dos cruzamientos de tres vías según cuál de los dos cruzamientos simples se utilice como madre. De cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en el protocolo de producción de pollos camperos (Bonino, 1997) 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. 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 eliminaría el sexado por cloaca, lo que reduciría los costos y 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. Por último, y a los efectos de contemplar una mayor eficiencia del uso de los cruzamientos generados, se podría considerar la cría de aves provenientes del cruzamiento de los dos híbridos simples planteados como potenciales madres del cruzamiento de tres vías.

La evaluación integral de un ave doble propósito de este tipo, 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. En la presente tesis se plantea la primera de dichas evaluaciones la que incluye cuestiones vinculadas con aspectos dimensionales del crecimiento, con la eficiencia alimenticia, la conformación corporal y los caracteres a la faena.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la factibilidad biológica y económica de desarrollar un sistema de producción de pollos camperos que sea compatible con la producción simultánea de huevos campero (sistema multi-propósito), permita disminuir de cinco a dos el número de líneas genéticas suministradas por el núcleo a los multiplicadores, optimice la capacidad de incubación de estos últimos, permita disponer de un producto final con mayor homogeneidad, satisfaga los requerimientos del Programa Pro-huerta y pueda representar una alternativa de diversificación para pequeños productores que preserve el bienestar animal.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el comportamiento en términos de producción de carne (crecimiento dimensional, eficiencia alimenticia, conformación corporal y caracteres a la faena) de los machos de dos cruzamientos simples con 50% de genes Cornish Blanco en comparación con la versión tradicional de Campero INTA como testigo.
2. Evaluar el comportamiento en términos de producción de carne (crecimiento dimensional, eficiencia alimenticia, conformación corporal y caracteres a la faena) de los machos de dos cruzamientos de tres vías producto del apareamiento de gallinas pertenecientes a cada uno de los dos híbridos simples con 50% de genes Cornish Blanco por gallos de una tercera raza, en comparación con la versión tradicional de Campero INTA como testigo.
3. Evaluar el comportamiento en términos de producción de carne (crecimiento dimensional, eficiencia alimenticia, conformación corporal y caracteres a la faena) de los machos de dos poblaciones producto de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples, en comparación con la versión tradicional de Campero INTA como testigo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Aspectos generales

Material

Aves - Cruzamientos evaluados

En la fase experimental del presente trabajo se evaluaron aves de los siguientes grupos genéticos:

Cruzamientos simples

- Casilda CP (CP): cruzamiento simple entre gallos Cornish Blanco y gallinas Plymouth Rock Barrada
- Casilda CR (CR): cruzamiento simple entre gallos Cornish Blanco y gallinas Rhode Island Red

Cruzamientos de tres vías

- Casilda Doña Teresa (DT): cruzamiento de tres vías entre gallos Rhode Island Red y gallinas Casilda CP
- Casilda Don Manuel (DM): cruzamiento de tres vías entre gallos Plymouth Rock Barrado y gallinas Casilda CR

Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

- Caseros I (CI): producto del cruzamiento entre gallos Casilda CP y gallinas Casilda CR
- Caseros II (CII): producto del cruzamiento entre gallos Casilda CR y gallinas Casilda CP

Como población testigo se utilizaron machos contemporáneos Campero INTA Tradicional (CI) producto del cruzamiento de gallos de la población sintética paterna AS x gallinas de la población sintética materna E.

Métodos

Producción de las aves

Las progenies de los cruzamientos antes especificados fueron producidas en la Sección Avicultura de la Estación Experimental Agropecuaria Ing. Agr. “Walter Kugler” que el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) posee en la localidad bonaerense de Pergamino,

mediante la inseminación artificial de hembras de los genotipos mencionados con un pool de semen proveniente de los correspondientes reproductores machos. El número de reproductores osciló entre 100-130 individuos de cada genotipo materno y entre 30-40 gallos de acuerdo con la disponibilidad de aves en cada ocasión.

La recolección de los huevos a incubar en cada caso se llevó a cabo durante un máximo de diez días registrándose en todos ellos el grupo genético y la fecha de recolección. Los huevos fueron recogidos en tres momentos del día, desinfectados con una solución al 50% (P/V) de permanganato de potasio en formol al 40% y almacenados hasta el momento de su incubación a una temperatura de 15 ± 1 °C.

En todos los casos los nacimientos se produjeron en el mes de abril y los ensayos finalizaron en el mes de julio.

Manejo general

En el día de la eclosión las aves se sexaron por cloaca, se identificaron con banda alar y se vacunaron contra la enfermedad de Marek. Los pollitos machos de un día de edad fueron trasladados a las instalaciones de recría de la Sección Avicultura de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario, en la localidad de Casilda, donde fueron sometidas a un manejo común siguiendo las recomendaciones dadas por INTA Pergamino en el protocolo respectivo (Bonino, 1997).

Las aves se criaron a galpón, como un único grupo, hasta los 35 días de edad con una densidad inicial de 8 animales por m². En ese lapso recibieron un fotoperíodo de 16 horas asegurando un ciclo mínimo de oscuridad de 8 horas. Durante las primeras semanas de vida la temperatura ambiente del galpón se reguló en 25°C (33 °C en el cerco, a la altura de los pollitos al inicio del periodo de cría) para ir luego disminuyendo paulatinamente a razón de tres grados por semana hasta llegar a 21 °C. A partir del día 36, 50 aves elegidas al azar del total disponible para cada uno de los grupos genéticos se trasladaron a galpones con acceso a parque, con una densidad de 2 aves por m², donde permanecieron hasta alcanzar, en promedio, el peso objetivo de faena (2500g) a una edad comprendida entre los 75 y los 90 días de edad.

Manejo nutricional

Las aves recibieron *ad libitum* alimento pelleteado especialmente formulado para pollo campero según el siguiente detalle:

Alimento iniciador (nacimiento-35 días) - 2860 kcal EM; 18,5% PB; 0,96 % Ca; 0,44 % P disponible; 0,72% metionina+cistina; 0,94% lisina

Alimento crecimiento (36-60 días) - 2840 kcal EM; 17,5% PB; 0,77 % Ca; 0,58 % P disponible; 0,67% metionina+cistina; 0,81% lisina

Alimento terminador (60 días a faena) - 2870 kcal EM; 16,0 % PB; 0,85 % Ca; 0,38 % P disponible; 0,60% metionina+cistina; 0,75% lisina

Manejo sanitario

En cada año todas las aves recibieron un plan sanitario acorde con las indicaciones del protocolo respectivo, según el siguiente detalle general:

Día 01- Marek – (A los grupos genéticos evaluados en los años 2007 y 2008 se les administró una dosis de Marek y Gumboro combinada)

Día 15 - Newcastle-Bronquitis infecciosa + Gumboro (se obvió esta última cuando se aplicó Gumboro en el día del nacimiento)

Día 30 - Newcastle-Bronquitis infecciosa

Día 45 - Gumboro

A partir del primer día de vida y hasta los 21 días previos a la faena se administró la vacuna Diftero Viruela Aviar. Considerando que esta enfermedad es transmitida por mosquitos, la vacunación dependió de la época del año y de la presencia del vector.

A los 30 días de edad las aves fueron desparasitadas con piperazina en el agua de bebida a una dosis de 200 mg por kg de peso vivo.

Variables respuesta

Las variables evaluadas se describen en la sección específica correspondiente a los Materiales y Métodos de:

Capítulo I. Enfoque dimensional del crecimiento

Capítulo II. Eficiencia alimenticia y caracteres asociados

Capítulo III. Conformación corporal

Capítulo IV. Caracteres a la faena

CAPÍTULO I

Análisis dimensional del crecimiento

INTRODUCCIÓN

La optimización del proceso de crecimiento ha representado, históricamente, uno de los principales objetivos de selección planteados en el ámbito de la producción animal lo que ha dado lugar a una multiplicidad de estudios al respecto.

El crecimiento puede ser caracterizado como un complejo proceso biológico de trascendencia económica no sólo en las especies destinadas a la producción de carne, en las que el producto comercializable resulta directamente del mismo, sino también en aquellas especies vinculadas a otros tipos de producciones, tales como leche, lana o huevos, en tanto en todos estos casos el animal debe atravesar, necesariamente, por un período de crecimiento antes de alcanzar el estado productivo. Por otra parte, la eficiencia global de los procesos productivos en los que están involucradas poblaciones animales se ve notoriamente afectada por el tamaño maduro de sus integrantes y éste es el resultado del proceso de crecimiento mencionado.

En la avicultura de carne, un tipo de producción caracterizada por su alto grado de integración y su elevado nivel de tecnificación, los criterios de selección aplicados en el mejoramiento de los reproductores pesados que se utilizan como progenitores de los parrilleros comerciales estuvieron tradicionalmente enfocados hacia la obtención de un tipo de animal destinado a producir en sistemas intensivos, con un alto nivel de control ambiental. Como la cría de estas aves, que persigue como objetivo básico la producción de carne, se estructura en base a un peso objetivo de faena, dichos criterios se han centrado primordialmente en la velocidad de crecimiento, la eficiencia alimenticia y el rendimiento a la faena (Hunton, 2006; Zuidhof *et al.*, 2014).

Tomando en consideración que el crecimiento puede ser analizado en cada uno de los diferentes niveles de organización de la materia viva, resulta difícil encontrar una definición que contemple todas sus potenciales particularidades. Se lo ha descrito (Reeds y Fiorotto, 1990) como un proceso multivariado y dinámico que tiene lugar entre la concepción de un individuo y el momento en que el mismo alcanza su madurez, en el que todos los factores involucrados presentan como denominador común el paso del tiempo. En este sentido, el período de crecimiento de cada especie podría definirse como el lapso finito a lo largo del cual pueden producirse cambios en las dimensiones, en la composición y en las funciones corporales. Desde otro enfoque, las definiciones de crecimiento pueden hacer referencia a un organismo (Hafez, 1969) concibiéndose como un aumento en el tamaño lineal, en el peso, en la acumulación de tejido adiposo y retención de nitrógeno y agua; o bien describirse como lo

propone Balinsky (van Sickle, 1985) como un proceso resultante del balance positivo de los procesos metabólicos. Más específicamente, su caracterización puede circunscribirse a un tejido en particular, como es el caso del tejido óseo y hacer referencia a un balance iónico positivo (Zobriskey, 1969) o bien hacer referencia a estructuras y, por ejemplo, incluir las acciones involucradas en el aumento de la masa y la longitud de un hueso desde el estado fetal hasta el estado adulto (Frost, 1972). Sellier (2000), al definir el crecimiento animal como un aumento en el tamaño o en el peso corporal regulado por un gran número de rutas fisiológicas parcialmente diferentes de acuerdo con la etapa de la vida del individuo, enfatiza que aquello que se mide como indicador de crecimiento depende del momento de la vida del animal en que dicha medida se registre y, en ese sentido, cada uno de dichos indicadores deberían ser considerados expresiones de caracteres relativamente diferentes.

Dado que en su aspecto dimensional el crecimiento se estudia en términos de las modificaciones de diferentes dimensiones corporales, a ese nivel el proceso se interpreta como la modificación de alguna magnitud -el peso, la longitud, el área o el volumen- del cuerpo como un todo o de alguna de sus partes, en función de una variable que suele ser, aunque no necesariamente, el tiempo. Los datos peso-edad, longitud-edad, área-edad o volumen-edad pueden, a su vez, ser de diferentes tipos, en tanto una o más medidas de cualquiera de las magnitudes mencionadas pueden ser observadas en uno o más individuos de la población, una o más veces en el tiempo, generando así información de naturaleza bivariada o multivariada (Fitzhugh, 1976). A su vez, dichos datos pueden presentar diferente potencialidad informativa y requerir diferentes técnicas de análisis (Cock, 1966) según se refieran a un momento en particular (datos estáticos), a diferentes momentos a lo largo de un ciclo (datos transversales) o pretendan caracterizar la dinámica de la variable en estudio a lo largo del tiempo (datos longitudinales). En general, e independientemente de la modalidad de registro empleada, el peso corporal es el indicador de preferencia, en gran parte debido a la facilidad con que puede ser medido.

La traducción de las particularidades del proceso biológico que se intenta caracterizar, a datos asequibles al análisis estadístico, incluye diversas variantes y depende en gran medida, de la estructura de la información disponible. Una estrategia en este sentido contempla la utilización de modelos matemáticos para formalizar el comportamiento de dichos datos. Un modelo matemático es una ecuación o un conjunto de ecuaciones que representa el comportamiento de un sistema y, en este sentido, las modificaciones de la biomasa a través del

tiempo se traducen en un patrón temporal que puede ser descripto y analizado respetando la naturaleza dinámica del proceso, mediante el ajuste de diferentes funciones. La potencialidad de los estudios dinámicos del crecimiento basados en el ajuste de modelos matemáticos no lineales a datos longitudinales tamaño-edad, en relación con las posibilidades que ofrece disponer de los valores de estimadores de estos parámetros con significado biológico para llevar a cabo comparaciones cuantitativas más detalladas de los patrones de crecimiento, ha llevado a visualizar a este tipo particular de análisis como un nuevo paradigma (Brisbin *et al.*, 1987; Gochfeld, 1987). Bajo este nuevo enfoque, la descripción del crecimiento en término de dimensiones corporales mediante el uso de modelos matemáticos -comúnmente conocidos como “curvas de crecimiento”- que relacionan el peso corporal con la edad cronológica de los individuos constituye una estrategia ampliamente difundida tanto en poblaciones comerciales como experimentales (Barbato, 1991; Gous *et al.*, 1999; Mignon-Grasteau *et al.*, 1999; Mignon-Grasteau *et al.*, 2000; Reddish y Lilburn, 2004; Mignon-Grasteau *et al.*, 2001; Vandegrift *et al.*, 2003; Dottavio *et al.*, 2007; Darmani Kuhi *et al.*, 2010; Canet *et al.*, 2011; Dottavio *et al.*, 2013a) Frente a la comparación de los pesos promedio a edades fijas, este enfoque presenta como ventaja el tomar en consideración la naturaleza dinámica que caracteriza a este proceso.

Los modelos matemáticos que se han aplicado al ajuste de los datos longitudinales peso corporal versus edad cronológica, tanto con fines descriptivos como predictivos, han sido muy diversos. Entre ellos, las diferentes variantes del modelo sigmoideo de Richards -función logística, modelo de Gompertz, modelo de von Bertalanffy- y sus modificaciones -ajuste multifásico utilizando la función logística, así como las funciones logística y de Gompertz con cuatro parámetros- han tenido gran difusión en los estudios dinámicos del proceso de crecimiento. En la avicultura de carne, el ajuste de estas funciones ha resultado de utilidad, entre otros aspectos, para identificar el momento de la faena vinculado con la expresión de la máxima tasa de crecimiento y para predecir sus requerimientos nutricionales (Darmani Kuhi *et al.*, 2010). Si bien los modelos de este tipo con cuatro parámetros y punto de inflexión variable se consideran opciones superadoras a los modelos a tres parámetros con punto de inflexión fijo para describir las relaciones peso-edad (Porter *et al.*, 2010) como es el caso de las funciones logística y Gompertz en su versión clásica, estas últimas han demostrado ser de utilidad pese a la limitación mencionada (Aggrey, 2002). Diferentes autores (Grossman y Bohren, 1982; Grossman y Koops, 1988; Kwakkel *et al.*, 1993; Mohammed, 2015) informaron que los criterios empleados para evaluar la bondad de los ajustes individuales llevados a cabo con los

dos modelos sigmoideos mencionados en último término confirman la potencialidad descriptiva de los mismos.

El tamaño asintótico o peso promedio final al que crece el individuo y la tasa de maduración o la velocidad con que se alcanza dicho peso maduro (Barbato, 1991) parámetros que pueden estimarse a partir del ajuste del patrón de variación del peso corporal en función del tiempo, resumen la información contenida en los múltiples puntos dimensión-edad y describen satisfactoriamente la dinámica del proceso de crecimiento. Dado que la correlación genética entre dichos parámetros es negativa, el aumento del peso adulto está habitualmente acompañado por una disminución concomitante de la tasa de maduración para el carácter (Mignon-Grasteau *et al.*, 1999; Maruyama *et al.*, 2001) y, en el caso de la producción de carne, esta correlación negativa se considera indeseable ya que si bien los animales inmaduros tienen una mayor tasa de crecimiento y son más eficientes, el alto peso de mantenimiento del stock de reproductores representa un costo elevado en términos de alimentación (Fitzhugh, 1976).

Reducir el estudio del crecimiento como proceso a cuestiones dimensionales significa simplificar la cuestión de base en tanto una modificación dada en el peso corporal nada nos dice de los cambios que subyacen a la misma. El enfoque composicional del crecimiento surge entonces como una estrategia para superar dicha limitación. En términos generales, durante el proceso de crecimiento de las aves se modifican diferentes componentes del organismo lo que incluye el incremento progresivo de la masa muscular, el aumento del tamaño del esqueleto para soportar el aumento de la biomasa, la acumulación de tejido adiposo y la modificación del tamaño de las plumas, la piel y los órganos internos. En relación con esta dinámica, ciertos patrones de crecimiento pueden resultar más convenientes que otros (Tallis, 1968) y ello depende tanto de la especie en estudio como del sistema de producción en el que se considera dicha especie. Un patrón deseable en el caso particular de la avicultura de carne debería tender a lograr un óptimo crecimiento temprano de las aves con una alta tasa de deposición proteica, acompañado por una disminución posterior de la tasa de crecimiento con baja deposición de grasa (Barbato, 1991), todo ello en armonía con un desarrollo esquelético que le permita a éste cumplir eficientemente con su función de sostén.

Se dispone de una amplia evidencia experimental (Kinney, 1969; Chambers, 1990; Lariviere, 2009) relacionada con el tipo de herencia de la tasa de crecimiento. En general, existe acuerdo acerca de su base genética poligénica (Siegel, 1962a; Le Bihan-Duval, 1997; Mignon-Grasteau, 1999), de la presencia de efectos maternos en la determinación del carácter (Liu *et*

al., 1993; Koerhuis y Thompson, 1997), de la posibilidad de modificar la ganancia de peso corporal por selección (Marks, 1979; Chambers *et al.*, 1981; Havenstein *et al.* 1994; Emmerson, 1997; Siegel y Dunnigton, 1997; Kerr *et al.*, 2001; Mignon-Grasteau *et al.*, 2001; Reddish, 2004) lo que confirma la existencia de acciones génicas de base aditiva. Por su parte, la presencia de efectos heteróticos observados en cruzamientos en aves de carne para pesos corporales tempranos (Dev *et al.*, 1969; Emmerson, 1991; Liu *et al.*, 1993; Lariviere y Leroy, 2003) brinda evidencia de cierta proporción de variancia genética de base no aditiva involucrada en la determinación del carácter.

Diferentes autores (Marks, 1979; Chambers *et al.*, 1981; Havenstein *et al.*, 1994; Reddy, 1996; Zheng, 2009; Druyan, 2010; Buzala, 2015) han evaluado los resultados de la intensa selección por velocidad de crecimiento aplicada desde hace una centuria en aves de carne, estrategia genética que permitió en un lapso de 30 años -entre 1960 y 1990- reducir a razón de un día por año la edad de faena y aumentar en promedio un 300% el peso a la edad de sacrificio. En este marco, varios estudios han descrito los efectos de la selección por crecimiento en relación al sexo y a la edad de las aves. La selección artificial por alto peso corporal a edad temprana en poblaciones de aves de ambos sexos (Marks, 1978; Anthony, 1986; Barbato, 1991) produjo una modificación diferencial de los parámetros de la curva de crecimiento más notoria en machos, lo que aumentó marcadamente el dimorfismo sexual observado en la especie para caracteres de crecimiento. Estos resultados son consistentes con los informados por Mignon-Grasteau *et al.*, (2000) en relación a una mayor precocidad en las hembras, con una menor edad en el punto de inflexión de la curva de crecimiento, menor asíntota y mayor tasa de madurez y, por lo tanto, fisiológicamente mayor madurez a una determinada edad cronológica, lo que explicaría las respuestas diferenciales observadas en machos y hembras, dado que la selección se llevó a cabo a la misma edad cronológica en ambos sexos. En un estudio posterior (Mignon-Grasteau *et al.*, 2001) la selección divergente por alto y bajo peso corporal, juvenil y adulto, en aves de carne modificó notoriamente los parámetros de la curva de crecimiento en las líneas seleccionadas por bajo peso a las ocho semanas y por alto peso a las treinta y seis semanas de edad, resultados consistentes con las correlaciones genéticas previamente estimadas (Mignon-Grasteau *et al.*, 1999) entre los parámetros considerados y el peso corporal a las 8 y a las 36 semanas de edad. Además de su trascendencia en el caso del mejoramiento genético de las líneas de aves reproductoras utilizadas en la avicultura industrial, la estimación de parámetros genéticos vinculados con el crecimiento corporal en ecotipos autóctonos de zonas rurales de

diferentes países en desarrollo, adquiere importancia al aportar información relacionada con la conservación de recursos zoogenéticos y, en consecuencia, con las estrategias más convenientes para el manejo genético de los mismos. Adedeji *et al.*, (2004) comunicaron valores elevados de heredabilidad para caracteres de crecimiento luego de las ocho semanas de edad, en progenies de líneas puras o de sus cruzamientos en ecotipos locales de zonas rurales en Nigeria. Resultados similares fueron informados por Ndofor-Foleng *et al.*, (2006) en estudios posteriores realizados para estos caracteres en líneas livianas y pesadas de aves provenientes de zonas de la sabana nigeriana, con valores de heredabilidad entre 0,37 y 0,40 respectivamente. Larivière *et al.*, (2009) estimaron las heredabilidades y evaluaron la respuesta a la selección masal por peso corporal a las 11 semanas de edad en una población local de aves de carne de crecimiento lento. El mejoramiento del peso corporal observado, como consecuencia de la estrategia genética aplicada, fue consistente con los valores moderados de heredabilidad (0,30) informados. El control del sistema de apareamiento complementado con la aplicación de selección, han sido informados como estrategias exitosas en el mejoramiento de caracteres de crecimiento en ecotipos de aves autóctonas (Adeleke *et al.*, 2011).

Sumado al enfoque clásico de la genética cuantitativa, la irrupción de la biología molecular en el ámbito del mejoramiento genético abrió nuevos horizontes y posibilitó la incorporación de nuevas estrategias. La identificación de loci de caracteres cuantitativos (QTL) y su aplicación como marcadores genéticos en los programas de mejoramiento animal, ofrece nuevas herramientas para aumentar la respuesta a la selección por caracteres de interés. Van Kaam (1999a) informó sobre el primer “scan” total efectuado en pollos para QTL, relacionados con la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia, resultados que fueron confirmados posteriormente por Tatsuda y Fujinaca (2001). Sewalem *et al.*, (2002) identificaron QTL asociados al peso corporal en distintas edades en la progenie de cruzamientos realizados entre aves de carne y aves de postura. Este hallazgo sugiere la existencia de diferentes grupos genéticos involucrados en el control del crecimiento a diferentes edades, algunos de los cuales posiblemente estarían relacionados con el desarrollo de los órganos digestivos o el crecimiento óseo, mientras que otros grupos se vincularían con el desarrollo de tejido muscular, componente que aporta la mayor ganancia de peso durante el crecimiento de los pollos. En la actualidad, numerosas técnicas disponibles para el mapeo de diferentes rutas fisiológicas vinculadas con el crecimiento, el desarrollo y el metabolismo de las aves, auguran revelar qué genes están activos en determinadas etapas del desarrollo (Cogburn *et al.*, 2003). A partir de la secuenciación del

genoma del pollo en el año 2004, se dispone de nuevas opciones para el control del mejoramiento de la especie (Muir, 2008). En este sentido, Zhou *et al.* (2006a) identificaron QTL significativos para caracteres de crecimiento en dos poblaciones segregantes experimentales derivadas del cruzamiento de una línea macho de parrilleros comerciales y dos líneas endocriadas diferentes, una de raza Leghorn y otra de raza Fayoumi. Asimismo, un scan genómico llevado a cabo para identificar los principales efectos de veinticuatro loci relacionados con el crecimiento (Sheng *et al.*, 2013) reveló nueve QTL diferentes con efectos pleiotrópicos o epistáticos, en seis cromosomas del cariotipo del pollo, resultados que fueron coincidentes con identificaciones realizadas en estudios previos en otras poblaciones.

La condición multivariada del crecimiento plantea la necesidad de decidir cuál es el indicador que mejor lo representa. Su descripción como proceso dimensional se ha visto, por lo general, restringida a estudios vinculados con modificaciones en el peso corporal individual, un indicador de fácil medición, pero cuyos valores se encuentran muy afectados por la acción de efectos medioambientales. Por otra parte, las caracterizaciones comentadas anteriormente, enfatizan aspectos de dimensión y composición corporales, pero dejan de lado la consideración de aspectos del desarrollo de importancia en la avicultura de carne y vinculados con el crecimiento de la base ósea de sustentación de la biomasa total. En este sentido, además del enfoque habitual de la modificación del peso corporal, el crecimiento animal también puede ser descrito a partir del estudio de la modificación de alguna medida lineal de una parte del cuerpo en función de la edad. Entre dichas medidas puede mencionarse la longitud de la caña (tarso-metatarso) un indicador del desarrollo esquelético (Lerner, 1937a; Jaap, 1938; Raggi *et al.*, 2009) de uso habitual para predecir el peso corporal de las aves en comunidades rurales en las que no se dispone de balanzas (Chabra *et al.*, 1972; Kabir *et al.*, 2006). La descripción de crecimiento utilizando dicha medida lineal brinda, además, información adicional en tanto se trata de un indicador menos influenciado por las variables medioambientales y con menor coeficiente de variación. En el caso de las aves destinadas a la producción de carne en las que la base ósea de sustentación constituye un aspecto trascendente, estudiar el patrón de aumento de peso corporal en función de la longitud de la caña (Dottavio *et al.*, 2013a) se presenta como una alternativa que posibilita monitorear la relación entre la deposición de biomasa y la modificación de la base ósea de sustentación de los tejidos blandos.

Se dispone de diferentes mediciones registrables en las aves y que pueden ser utilizadas como estimadores del peso corporal. Como se mencionó previamente el tarso-metatarso (caña)

es la estructura anatómica más comúnmente empleada en avicultura para relacionarla con el peso corporal (Tierce y Nordskog, 1985; Latshaw *et al.*, 2001; Vitorović, 2008). La longitud de la caña, al igual que el peso corporal, es un carácter cuantitativo, de base poligénica y moderada a alta heredabilidad (Abdellatif, 1989; Buss 1990; Rizzi *et al.* 1994). En general, se han informado correlaciones genéticas altas y positivas entre el aumento de peso corporal y el desarrollo esquelético (Lerner, 1937ab; Ricard y Leclercq, 1985; Tierce y Nordskog, 1985) lo que sugiere que, además de la posibilidad de ser mejorados individualmente por selección directa, los mismos pueden también ser modificados mediante selección indirecta (Adeogun *et al.*, 2004).

En términos generales, las aves destinadas a la producción de carne continúan aumentando su peso corporal en edades cronológicas en las que el crecimiento en longitud del tarso-metatarso ha finalizado. Gao *et al.* (2010) estudiaron la presencia de QTL para longitud de la caña en una población segregante (F2) genotipada mediante 129 microsatélites e informaron que, al igual que el peso corporal, el control genético de la longitud de la caña en edades fijas, y del crecimiento de este hueso en diferentes períodos, involucran diferentes QTL. Por otra parte, la no identificación de estos loci relacionados con el crecimiento del tarso-metatarso en estadios posteriores del desarrollo, podría atribuirse a la disminución de su tasa de crecimiento a partir de la octava semana de vida de las aves. Un estudio similar (Ankra-Badul *et al.*, 2010) en una filial dos obtenida a partir de una población comercial seleccionada por alto y bajo peso corporal, reveló la existencia de nuevos QTL localizados en los cromosomas 2 y 4, relacionados con el peso corporal temprano y tardío respectivamente y el QTL4 mostró a su vez, un notorio efecto en la longitud y diámetro del tarso-metatarso a las 9 semanas de edad.

Si bien el termino avicultura refiere a la cría de aves con fines domésticos, esa concepción general admite diferentes opciones. En contraste con la avicultura industrial basada en aves de muy rápido crecimiento criadas bajo condiciones de intenso control ambiental, la avicultura no tradicional busca satisfacer la demanda por productos naturales, prioriza aspectos vinculados con el bienestar animal y requiere de genotipos particulares con menor velocidad de crecimiento mantenidos en ambientes que les permiten expresar las conductas habituales de la especie. En nuestro país ese tipo de ave está representado por el pollo Campero (Bonino, 1997; Bonino y Canet, 1999) que cumple con las condiciones de ser un ave rústica, con menor velocidad de crecimiento que las opciones comerciales.

Un aspecto vinculado directamente con el crecimiento como proceso refiere a la uniformidad de este en las poblaciones de interés económico. Si bien el manejo de los sistemas intensivos de crianza está dirigido a maximizar la ganancia de peso, es de esperar que este objetivo se logre con la menor dispersión posible de manera tal de asegurar un alto nivel de uniformidad de los lotes (van de Ven, 2008) por lo que se considera deseable que cada ave exprese, a nivel individual y con el mayor grado de ajuste posible, el patrón de crecimiento promedio propio de su estirpe. La uniformidad de los lotes en producción constituye un indicador productivo de trascendencia en la medida que se ve afectada por desajustes de tipo tanto sanitarios como nutricionales a lo largo de todo el ciclo de crianza y ha sido utilizada con tal fin como variable respuesta en la evaluación de raciones (Terraes *et al.*, 2007, 2008). Su trascendencia productiva adquiere relevancia al momento del nacimiento de las aves, dada la inmadurez de algunos de sus sistemas fisiológicos como es el caso de aquellos vinculados con la termorregulación corporal. En el caso de la producción en semi-cautiverio también es importante en el momento del traspaso de la cría en ambiente controlado a galpón a la cría con acceso a parque y pleno impacto de las variables ambientales climáticas.

Se dispone de diferentes opciones para medir, analizar y valorar la uniformidad de un conjunto de valores. El propósito de todos ellos es caracterizar la respuesta que muestra el conjunto frente a la tendencia a la heterogeneidad de cada uno de sus miembros. Por lo general, la variable uniformidad se torna operativa pesando una muestra representativa de las aves en cuestión, calculando el peso promedio de las mismas, determinando un intervalo de pesos cuyos límites se extienden en $\pm$ el 10% (Castelló Llobet *et al.*, 1989) o en $\pm$ el 15% del peso corporal promedio (Hudson *et al.*, 2001) según los autores, y finalmente calculando el porcentaje de aves cuyos pesos corporales individuales se encuentran incluidos dentro de esos límites. El valor calculado debe ser de al menos el 80%. Otro indicador de esta variable compleja es la llamada uniformidad por precisión, mediante la cual se evalúa la uniformidad de una variable según la proximidad de los datos con respecto al valor medio. El estadístico más utilizado en este sentido es el coeficiente de variación, como medida de variabilidad relativa. Esta opción también se denomina uniformidad interna dado que no vincula el valor del estadístico con un valor esperado o norma de decisión (Toudic, 2006).

En comparación con el broiler industrial, el pollo campero presenta menor tasa de crecimiento y una mayor variancia en los pesos individuales vinculada no sólo a su genética sino también al menor control durante el ciclo de crianza de las variables ambientales que

afectan al crecimiento. Si bien esta última característica es fácilmente identificable en las aves camperas, cuya imagen se asocia con cierta variabilidad en el tamaño corporal, la uniformidad de los lotes es un indicador productivo de importancia también en este tipo de producciones en tanto puede reflejar desajustes en el manejo nutricional o sanitario de trascendencia.

De acuerdo con estas consideraciones, la caracterización del crecimiento en términos de dimensiones corporales debería incluir la consideración de su naturaleza dinámica (modificación en función de la edad cronológica) y una mención al comportamiento de la uniformidad de este. Por otra parte, si bien el peso corporal es, sin lugar a duda, la variable respuesta por defecto en tanto se trata del indicador más utilizado en los planes de mejoramiento, también resulta relevante la consideración de otros indicadores alternativos menos afectados por el ambiente y vinculados con aspectos específicos del proceso. Este es el caso de la longitud del tarso-metatarso que por su condición de medida lineal se presenta como menos variable que el peso corporal a la vez que cumple también con la condición de poder ser utilizada como indicador del desarrollo esquelético. Finalmente, la relación entre estos dos indicadores del crecimiento dimensional vinculando las modificaciones de la biomasa a sustentar –representada por el peso- con la base ósea de sustentación –estimada por la longitud de la caña- brinda evidencia adicional asociada con la posibilidad de evaluar desajustes en el desarrollo armónico de las aves y en su integridad esquelética, hecho observable en los parrilleros industriales y que se expresa en alteraciones osteoarticulares (Lilburn, 1994; Sullivan, 1994; Julian, 1998; Zhou *et al.*, 2007) y dificultades en la marcha.

MATERIAL Y MÉTODOS

I.1. Curvas de crecimiento

En 40 machos de cada grupo genético se registró, a intervalos semanales entre el nacimiento y la edad de faena, 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- y la longitud de la caña (longitud del tarso-metatarso; Nestor *et al.*, 2001 a,b) con calibre y aproximación al milímetro.

I.1.1. Modificación de la biomasa sustentada

Los datos longitudinales peso corporal (g) versus edad cronológica (días) se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz (Fitzhugh, 1976):

$$W_t = A \exp(-b \exp(-kt))$$

donde:

W_t = peso corporal (g) en el tiempo t

A = peso corporal maduro o asintótico (g)

b = parámetro de posición (constante de integración sin significado biológico)

k = tasa de aproximación al valor asintótico A

t = edad en semanas

I.1.2. Modificación de la base de sustentación ósea

Los datos longitudinales longitud de la caña (cm) versus edad cronológica (días) se ajustaron con el modelo logístico (Fitzhugh, 1976):

$$L_t = A (1 + b \exp(-kt))^{-1}$$

donde:

L_t = longitud de la caña (cm) en el tiempo t

A = longitud asintótica de la caña (cm)

b = parámetro de posición (constante de integración sin significado biológico)

k = tasa de aproximación al valor asintótico A

t = edad en semanas

I.1.3. Modificación de la biomasa sustentada en función de la base de sustentación ósea

Los datos longitudinales peso corporal (g) versus longitud de la caña (cm) se ajustaron con la función logística adecuando el modelo a la siguiente expresión:

$$W_t = A (1 + b \exp (-k L_t))^{-1}$$

En los tres casos mencionados, los datos se ajustaron utilizando una técnica iterativa de regresión no lineal (GraphPad Prism versión 5.0) basada en el algoritmo de Marquardt (Marquardt, 1963). La bondad de los respectivos ajustes se evaluó utilizando tres criterios: la convergencia de los mismos en una solución, el valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) y la aleatoriedad en la distribución de los residuales estudiada con un test de ciclos o rachas (Runs test, Sheskin 2011).

I.2. Curvas de madurez

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.

I.3. Edad teórica para alcanzar el peso objetivo de faena

Se estimó la edad teórica de cada ave (días) al peso objetivo de faena (2500 g) corrigiendo la edad de faena que fue común a todas las aves del mismo grupo y diferente para los distintos grupos. A tal fin se consideró el peso corporal (g) registrado en cada ave a la edad de faena y se lo corrigió con un coeficiente de signo positivo o negativo según dicho peso hubiese sido menor o mayor que el valor estipulado, respectivamente. Para el cálculo de dicho factor de corrección se tomó en cuenta la ganancia diaria de peso real de cada ave en la última semana previa a la faena.

I.4. Patrón de uniformidad del peso corporal del lote

La uniformidad del peso corporal del lote a intervalos semanales entre el nacimiento y la faena se evaluó a partir del valor del coeficiente de variación para el peso corporal [desvío

estándar fenotípico relativizado por el valor del promedio del carácter y expresado como porcentaje (Toudic, 2006)].

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)	$= CV > 12\%$.

Análisis estadístico

I.1. Curvas de crecimiento

A los efectos del análisis, los estimadores de los parámetros con significado biológico (asíntota y tasa de maduración para el carácter en estudio) de las diferentes funciones se consideraron como nuevas variables aleatorias.

En cada uno de los tres ensayos, el efecto del grupo genético sobre los estimadores de los parámetros de tamaño asíntotico y tasa de maduración se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

I.2. Curvas de madurez

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

I.3. Edad teórica para alcanzar el peso objetivo de faena

El efecto del grupo genético sobre los valores corregidos del tiempo necesario (edad en días) para alcanzar los 2.500 g de peso se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

I.4. Patrón de uniformidad del peso corporal del lote

En todos los casos se llevó a cabo un análisis exploratorio de la modificación del indicador de uniformidad en peso corporal en función de la edad cronológica de cada grupo de

aves. Dado que no se observaron patrones compatibles con modelos lineales o no lineales que abarcaran la totalidad del lapso nacimiento-faena y fueran aplicables a todas las situaciones, se llevó a cabo un análisis descriptivo de los mismos, basado en la escala de cuatro categorías mencionada previamente.

I.5. Análisis multivariado

Los estimadores de los parámetros de tamaño asintótico y tasa de maduración derivados de los ajustes de los datos (a) peso corporal-edad cronológica, (b) longitud de la caña-edad cronológica y (c) peso corporal-longitud de la caña, correspondientes a cada una de 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 seis variables mencionadas.

Las componentes generadas en el análisis de componentes principales así como las componentes canónicas generadas por el análisis discriminante 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.

La asociación de las mismas con cada una de las seis variables originales se evaluó a partir del cálculo del coeficiente de correlación producto-momento de Pearson.

RESULTADOS

I.1. Curvas de crecimiento

I.1.1. Modificación de la biomasa sustentada

En relación con los criterios de bondad de ajuste, en todos los casos se observó convergencia de las iteraciones en una solución, el coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) presentó valores mayores a 0,90 y los residuales mostraron una distribución aleatoria.

La Tabla 01 resume los valores de los estimadores de los parámetros de la función de Gompertz correspondientes a los ajustes de los datos longitudinales peso corporal - edad cronológica en los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR y en el genotipo de referencia (Campero INTA).

Los grupos genéticos presentaron la asociación negativa esperada entre el tamaño asintótico y la tasa de maduración. Campero INTA mostró mayor tamaño asintótico y menor tasa de maduración que los cruzamientos experimentales Casilda CP y Casilda CR. Estos dos últimos no presentaron diferencias significativas en el valor promedio de los parámetros estudiados, creciendo con similar velocidad (k) hacia el mismo peso corporal final (A).

Tabla N° 01 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal versus edad cronológica en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	2782 a ± 74,8	2716 a ± 42,2	3690 b ± 89,0
k - Tasa de maduración para peso (g^{-1})	0,3071 a ± 0,00880	0,3065 a ± 0,00642	0,2619 b ± 0,00524
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

En el caso de los cruzamientos de tres vías (Tabla 02), se observó una asociación positiva no esperada entre el peso asintótico y la tasa de maduración. El genotipo de referencia Campero INTA mostró mayor tamaño asintótico y mayor velocidad de crecimiento para

alcanzarlo, en relación con los cruzamientos experimentales que no se diferenciaron en los valores promedio de los estimadores de dichos parámetros.

Con respecto a los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, el peso corporal asintótico mostró una asociación negativa con la tasa de maduración para el carácter. El genotipo de referencia presentó el menor peso asintótico y la mayor tasa de maduración y Caseros II el mayor peso asintótico y la menor tasa de maduración. Caseros I presentó valores intermedios significativamente diferentes de los dos grupos restantes.

Tabla N° 02 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal - edad cronológica en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	3427 a ± 74,2	3815 a ± 129,2	4955 b ± 136,6
k - Tasa de maduración para peso (g ⁻¹)	0,1911 a ± 0,00282	0,1850 a ± 0,00373	0,2163 b ± 0,00517
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Tabla N° 03 - Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz para los datos peso corporal - edad cronológica en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	5712 a ± 205,3	6347 b ± 197,5	5092 c ± 145,6
k - Tasa de maduración para peso (g ⁻¹)	0,1675 a ± 0,00324	0,1430 b ± 0,00279	0,1958 c ± 0,00475
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Las Figuras 01, 02 y 03 muestran en forma comparativa las trayectorias de las curvas de crecimiento en los tres grupos genéticos evaluados en cada caso. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos. En la parte superior de cada uno de ellos se muestra el comportamiento del peso durante la fase de control y en la parte inferior el mismo comportamiento pero hasta que las aves alcanzan su peso corporal asintótico.

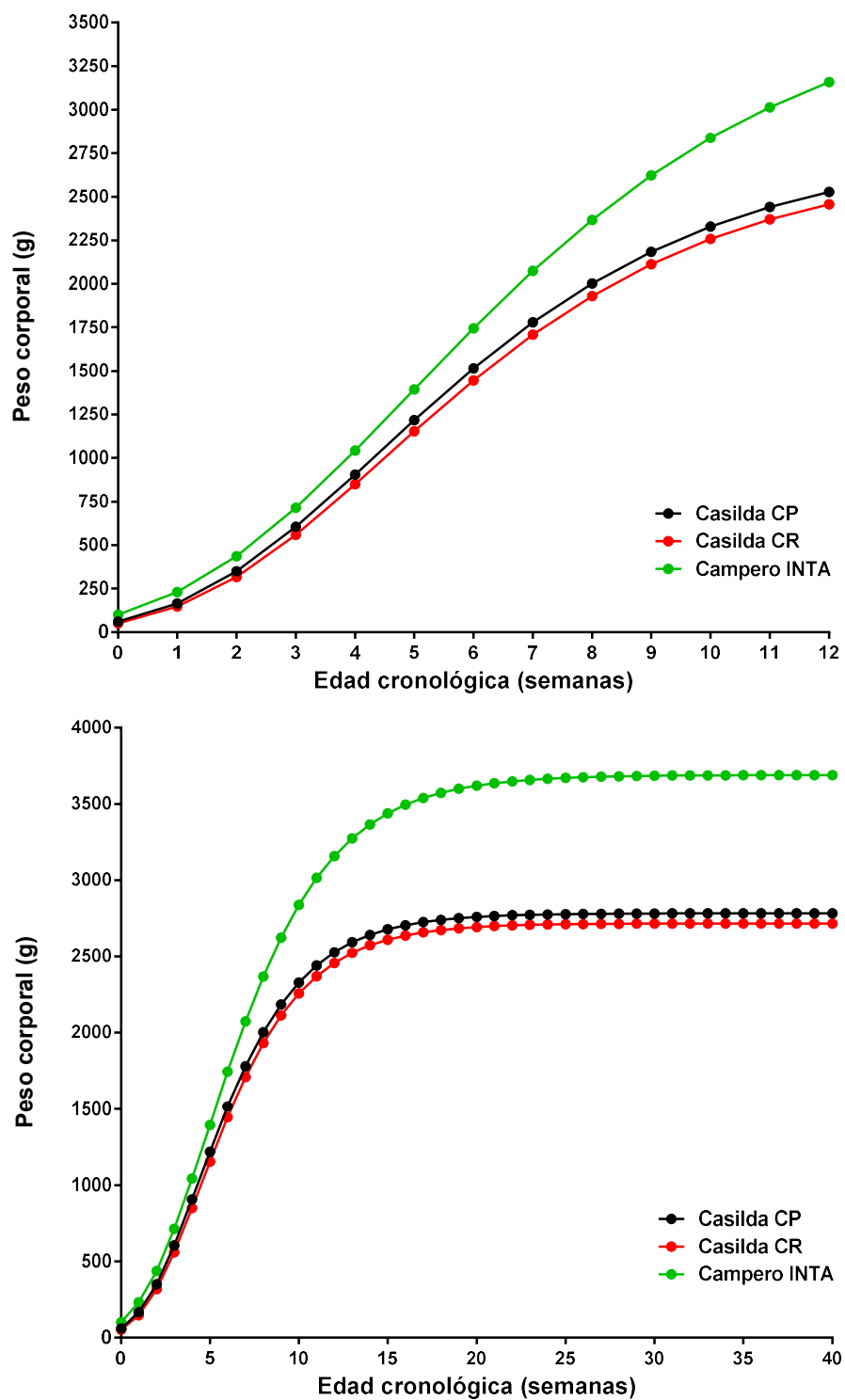


Figura N° 01 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

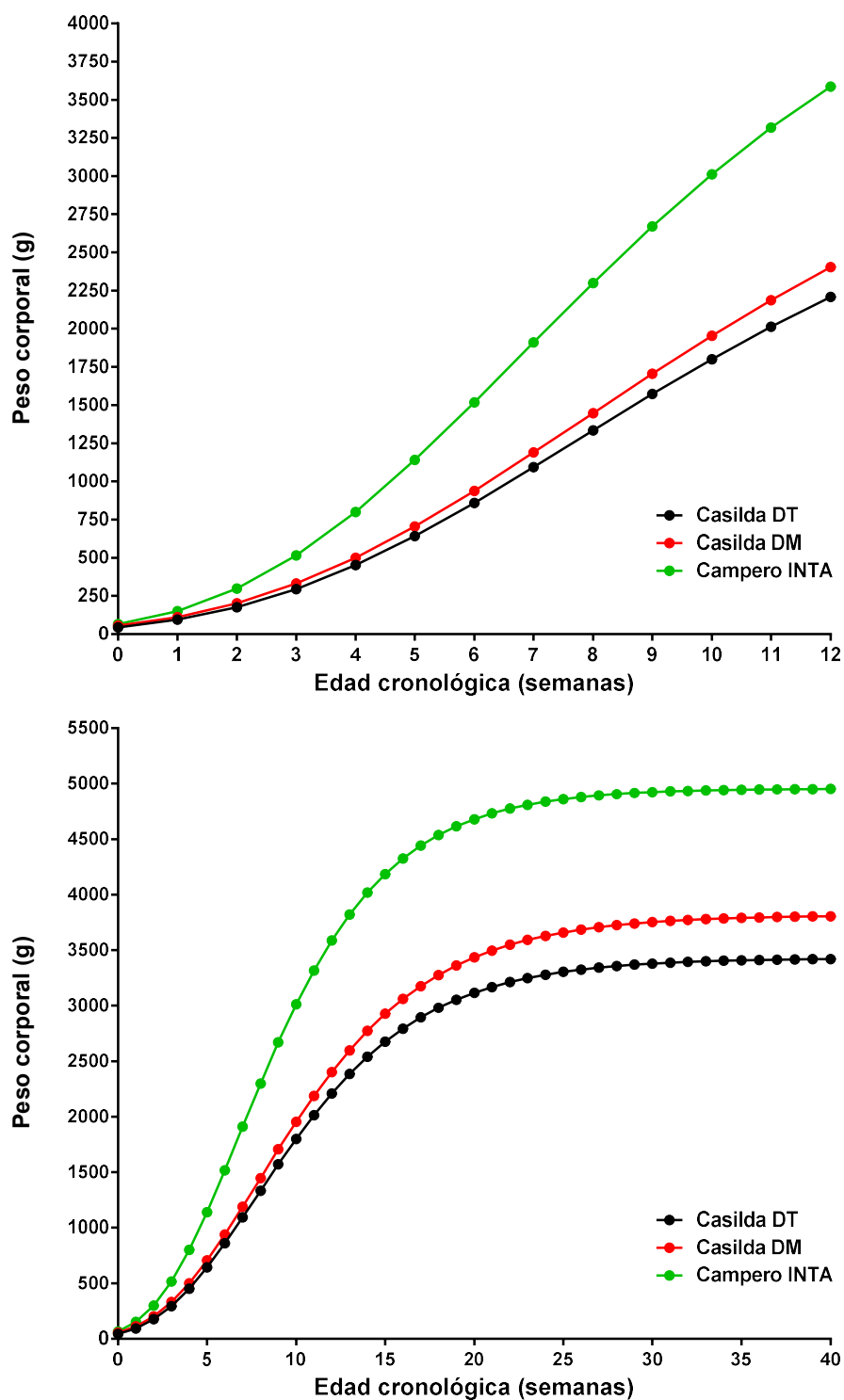


Figura N° 02 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

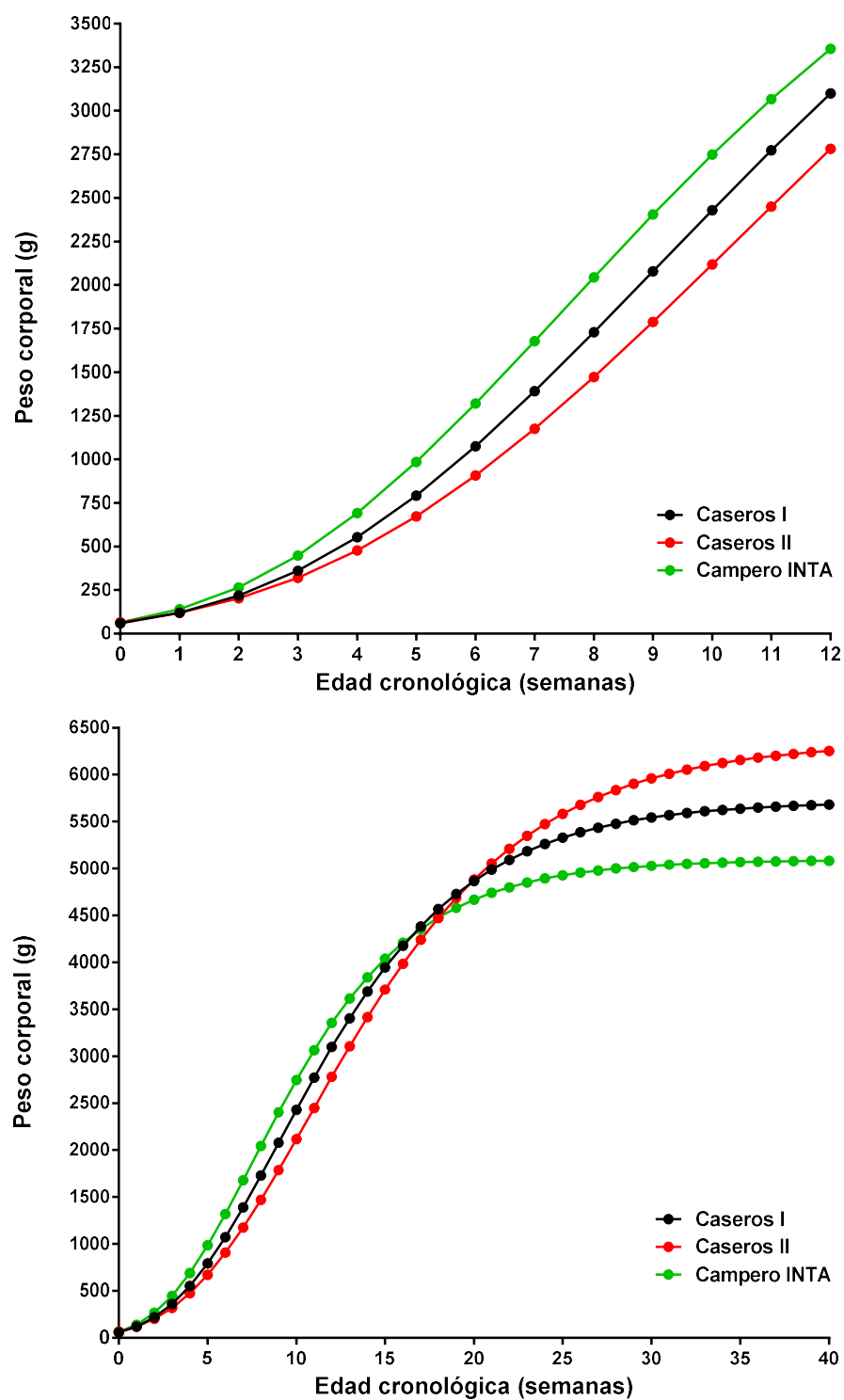


Figura N° 03 - Patrón de crecimiento (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia

I.1.2. Modificación de la base de sustentación ósea

Los valores de los estimadores de los parámetros de la función logística correspondientes a los ajustes de los datos longitudinales longitud de la caña (cm) - edad cronológica (días), en los tres experimentos, se resumen en las Tablas 04, 05 y 06. En los tres casos se observó convergencia de los ajustes, el coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2) superó el valor de 0,98 y los residuales mostraron una distribución aleatoria.

Tabla N° 04 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
A - Longitud asintótica de la caña (cm)	11,1 a ± 0,08	11,4 a ± 0,07	12,1 b ± 0,10
k - Tasa de maduración para LC (cm ⁻¹)	0,3411 a ± 0,00496	0,3330 a ± 0,00417	0,3166 b ± 0,00383
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

En el caso de los cruzamientos simples (Tabla 04) el genotipo de referencia Campero INTA presentó mayor longitud asintótica de la caña y menor velocidad para alcanzarla. Casilda CP y Casilda CR, con menor longitud final de la caña que Campero INTA, presentaron mayor tasa de maduración que este último para el carácter, sin diferenciarse significativamente entre ellos en ambos parámetros.

Al considerar los cruzamientos de tres vías (Tabla 05) no se observaron diferencias significativas en la longitud asintótica de la caña, entre los genotipos estudiados. El genotipo de referencia Campero INTA presentó mayor velocidad que Casilda DT y Casilda DM para alcanzar dicha longitud final, mientras que estos últimos no mostraron diferencias significativas en la tasa de maduración para el carácter.

Con relación a los cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples (Tabla 06), el genotipo Caseros II presentó mayor longitud asintótica de caña y menor velocidad para alcanzarla que Caseros I, sin diferenciarse de Campero INTA para el primer parámetro, pero sí en la tasa de maduración, que fue menor. El genotipo Caseros I mostró menor longitud

asintótica de caña que el genotipo de referencia, pero no se diferenció de éste en la velocidad para alcanzar dicho valor asintótico.

Tabla N° 05 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
A - Longitud asintótica de la caña (cm)	15,1 a ± 0,22	14,9 a ± 0,34	15,3 a ± 0,32
k - Tasa de maduración para LC (cm ⁻¹)	0,1475 a ± 0,00304	0,1515 a ± 0,00367	0,1780 b ± 0,00407
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Tabla N° 06 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos longitud de la caña versus edad cronológica en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
A - Longitud asintótica de la caña (g)	11,8 a ±0,11	12,6 b ± 0,16	12,2 b ± 0,13
k - Tasa de maduración para peso (g ⁻¹)	0,3233 a ± 0,00592	0,2564 b ± 0,00534	0,3153 a ± 0,00474
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Las Figuras 04, 05 y 06 muestran en forma comparativa las trayectorias de las curvas de modificación de la longitud de la caña en función de la edad cronológica en los tres grupos genéticos evaluados en cada oportunidad. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos. En cada uno de ellos se muestra en la parte superior el comportamiento de la longitud de la caña durante la fase de control y, en la parte inferior, el mismo comportamiento pero hasta que las aves alcanzan el valor asintótico de longitud de la caña.

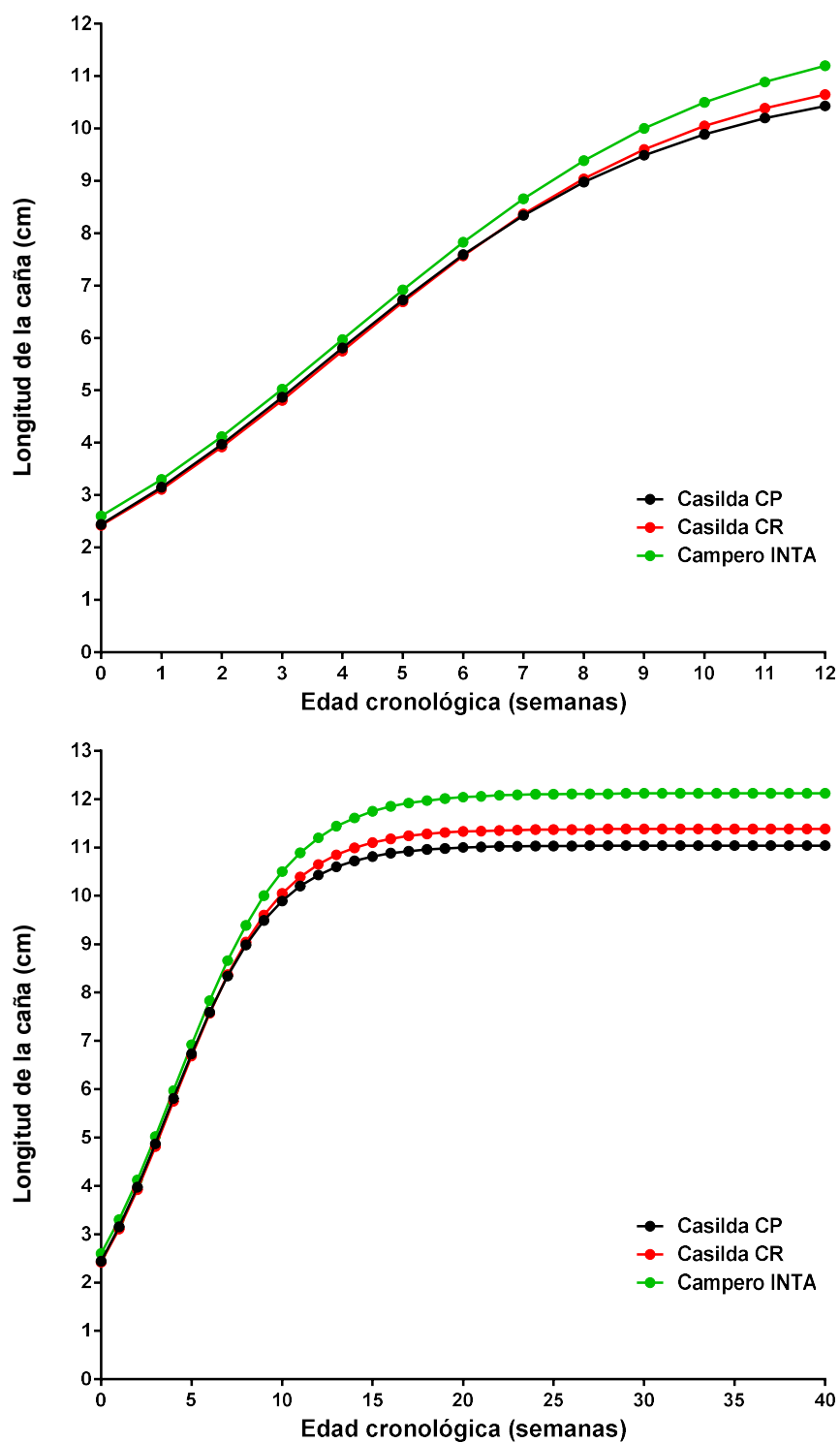


Figura N° 04 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

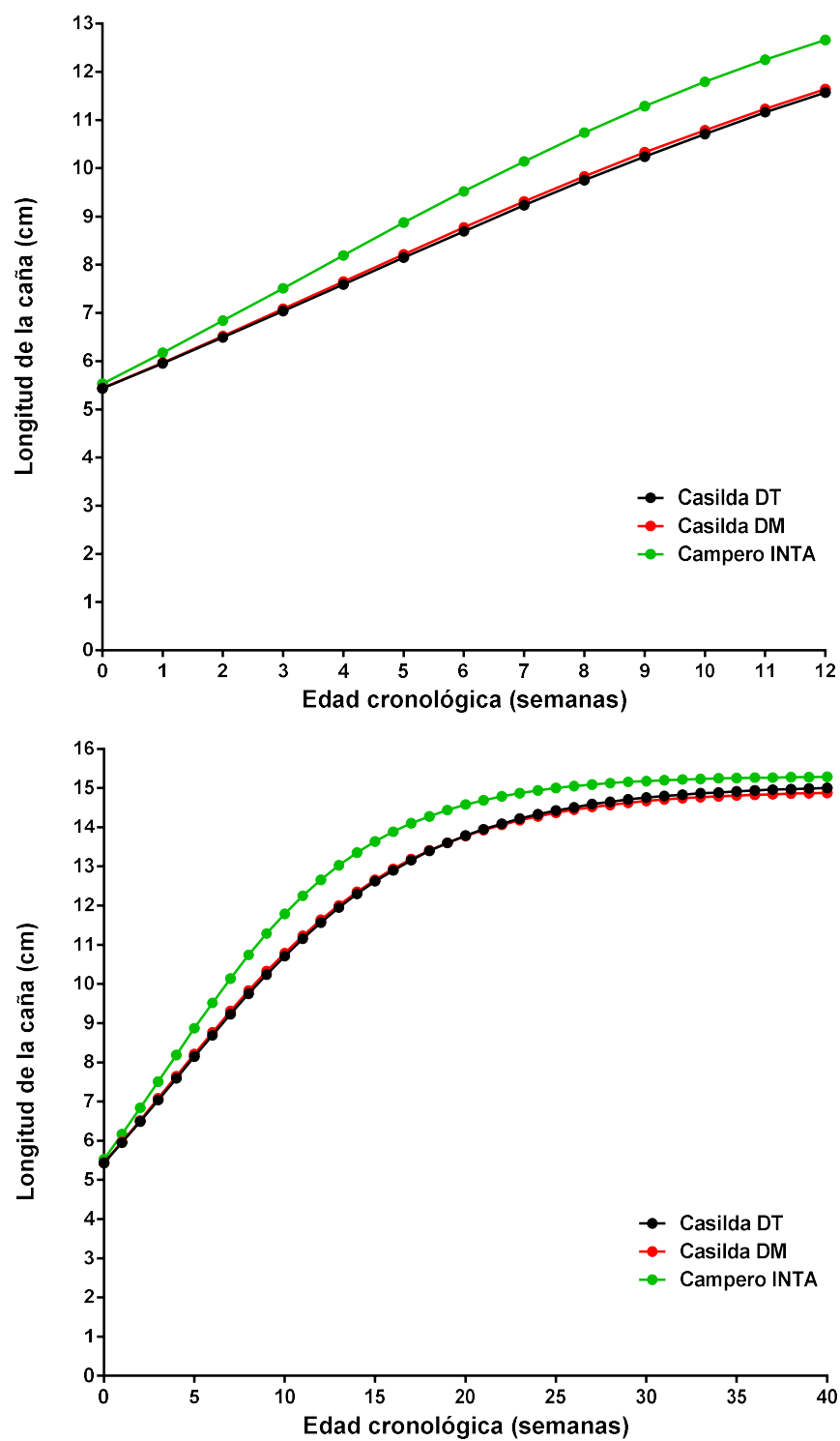


Figura N° 05 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

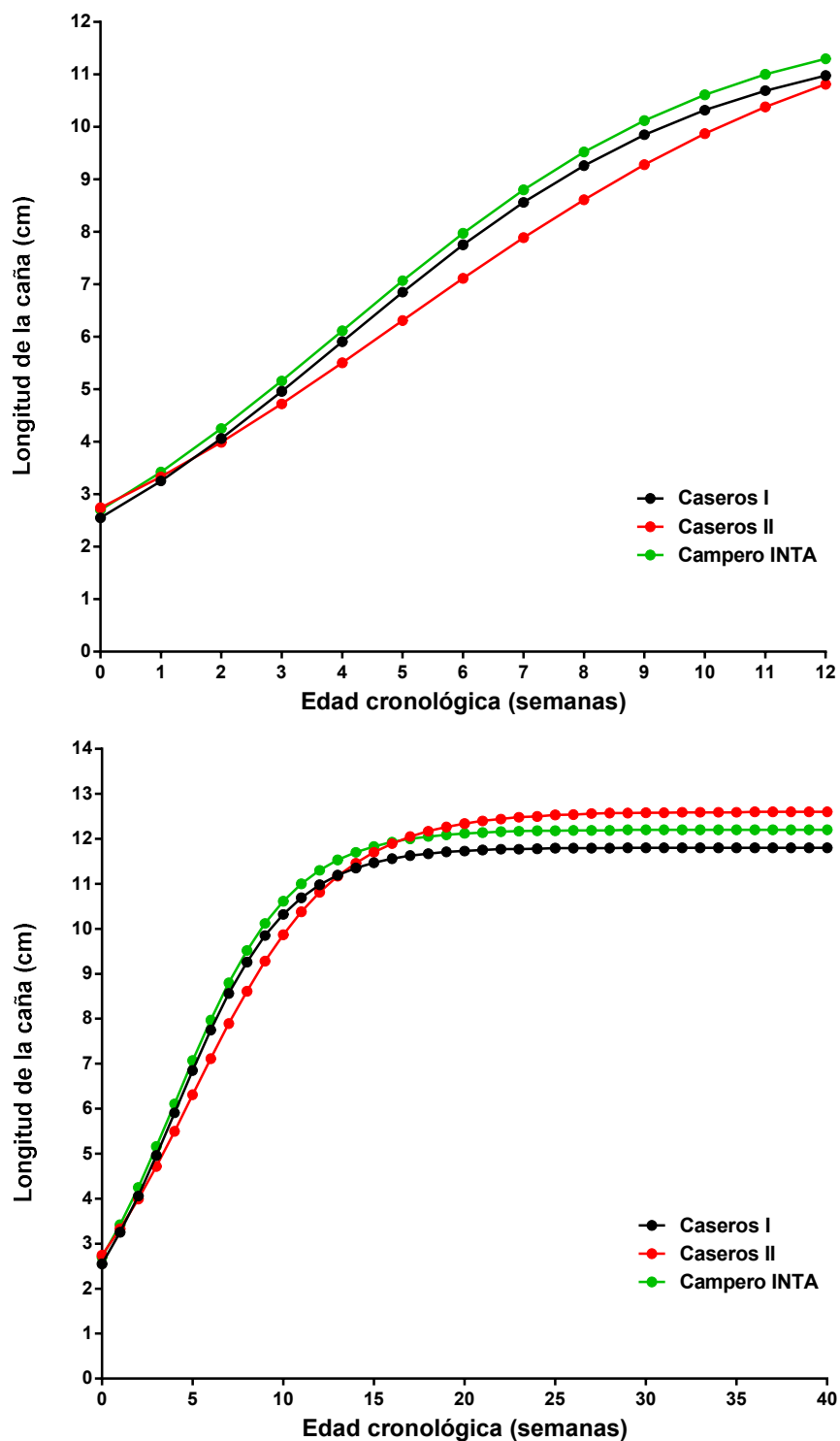


Figura N° 06 - Patrón de aumento de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia

I.1.3. Modificación de la biomasa sustentada en función de la base de sustentación ósea

Los valores de los estimadores de los parámetros de la función logística correspondientes a los ajustes de los datos longitudinales de la biomasa sustentada -peso corporal- en función de la base de sustentación ósea -longitud de caña- en los tres años, se resumen en las Tablas 07, 08 y 09. En todos los casos se observó convergencia en el ajuste, el coeficiente de determinación no lineal (R^2) superó el valor de 0,98 y los residuales mostraron una distribución aleatoria.

Tabla N° 07 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	2895 a ± 82,2	2885 a ± 56,7	3117 a ± 69,4
k - Tasa de maduración para peso (g^{-1})	0,6337 a ± 0,01207	0,6251 a ± 0,00803	0,6183 a ± 0,01161
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar			
Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético			
Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Los cruzamientos simples (Tabla 07) no mostraron diferencias estadísticamente significativas ni entre ellos ni respecto del genotipo de referencia en el valor asintótico del peso corporal en función de la longitud de la caña. Tampoco se observaron diferencias significativas entre los genotipos en la tasa de maduración para el carácter.

Al evaluar los cruzamientos de tres vías (Tabla 08), el grupo de referencia (Campero INTA) presentó mayor peso corporal promedio en la asíntota de desarrollo esquelético (longitud de la caña) respecto de Casilda DT y Casilda DM que no difirieron entre sí. Ninguno de los grupos se diferenció significativamente en la velocidad de aumento de la biomasa corporal en función del aumento de la longitud de la caña.

Tabla N° 08 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	2916 a ± 82,8	3063 a ± 86,3	3684 b ± 108,9
k - Tasa de maduración para peso (g ⁻¹)	0,5230 a ± 0,00687	0,5269 a ± 0,00875	0,5380 a ± 0,00960
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Tabla N° 09 - Estimadores de los parámetros de la función logística para los datos peso corporal versus longitud de la caña en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia			
	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
A - Peso corporal asintótico (g)	5044 a ± 261,6	3214 b ± 135,7	3736 b ± 109,2
k - Tasa de maduración para peso (g ⁻¹)	0,5072 a ± 0,01071	0,5584 b ± 0,009823	0,5555 b ± 0,009073
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos			

Con respecto a los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR (Tabla 09) Caseros I presentó mayor valor asintótico promedio del peso corporal en función de la longitud asintótica de caña y menor velocidad para alcanzar dicho valor asintótico (tasa de maduración) en comparación con los otros dos genotipos estudiados, que no se diferenciaron entre sí con respecto a ninguno de los parámetros mencionados.

Las Figuras 07, 08 y 09 muestran, en forma comparativa, las trayectorias de las curvas de modificación del peso corporal en función de la longitud de la caña en los tres grupos genéticos evaluados en cada uno de los años. Los datos graficados corresponden a los valores teóricos derivados de los ajustes respectivos. En cada uno de ellos se muestra en la parte superior el comportamiento teórico de la relación y, en la parte inferior, el mismo comportamiento, pero hasta que las aves alcanzan el valor asintótico de longitud de la caña.

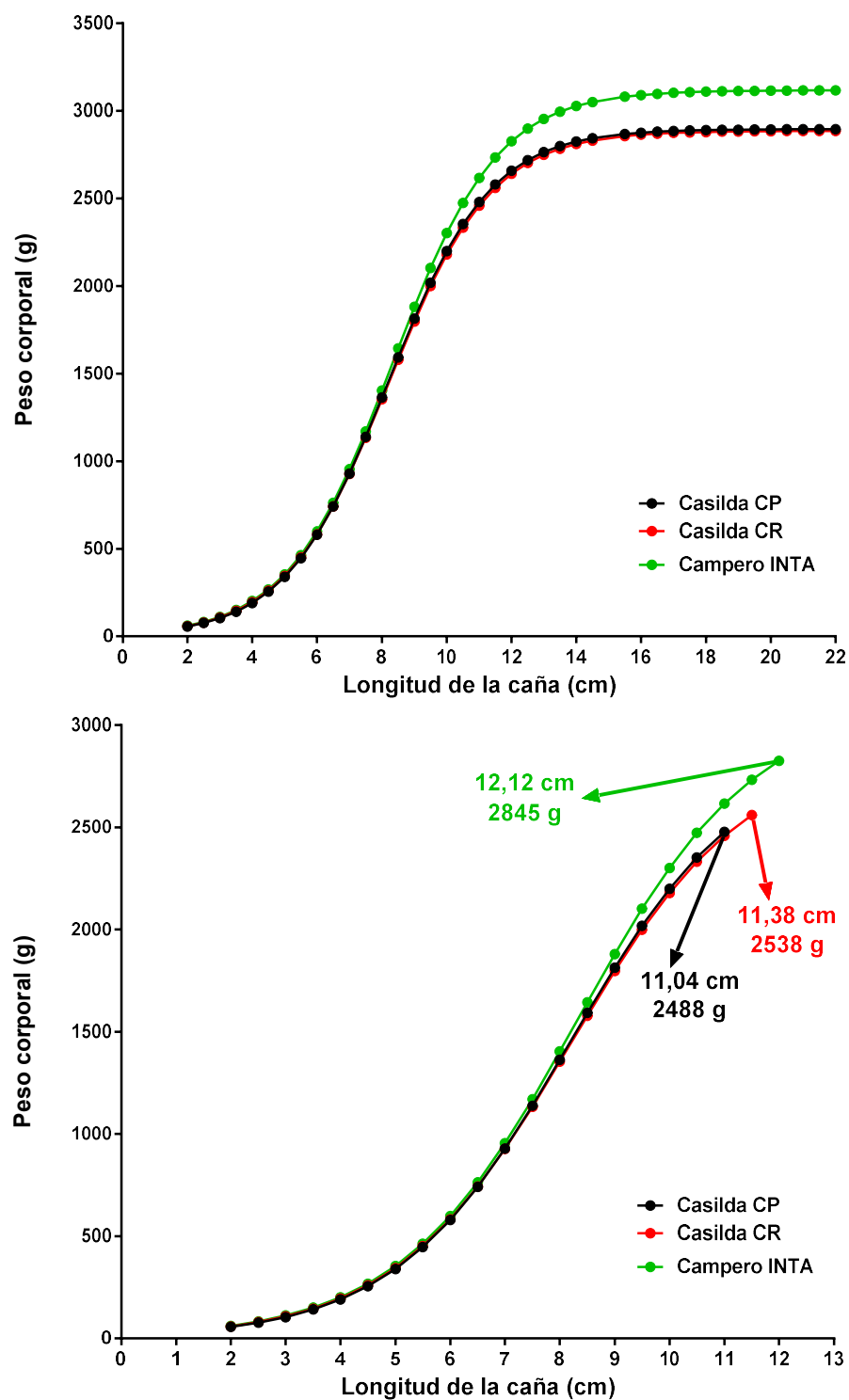


Figura N° 07 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

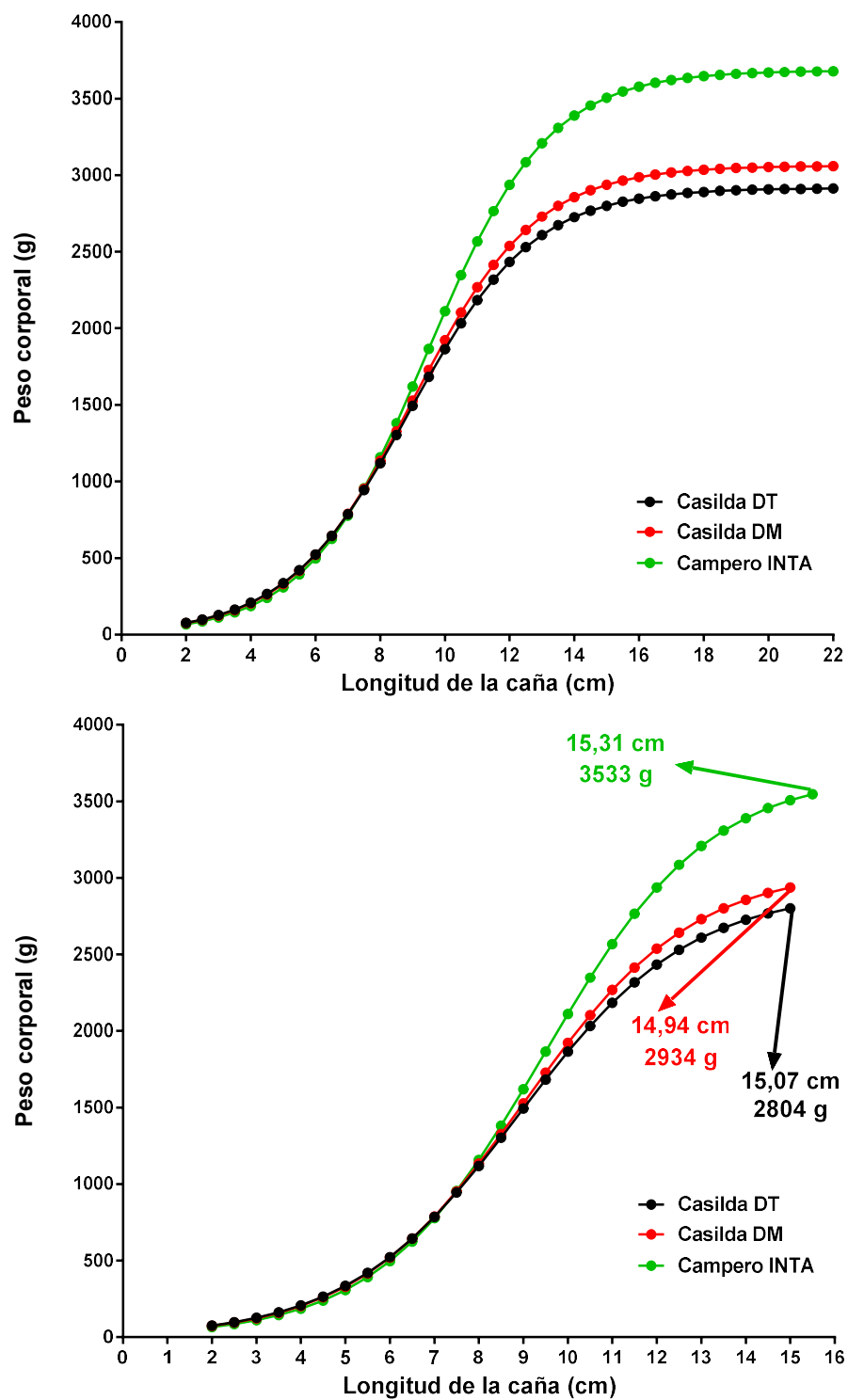


Figura N° 08 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

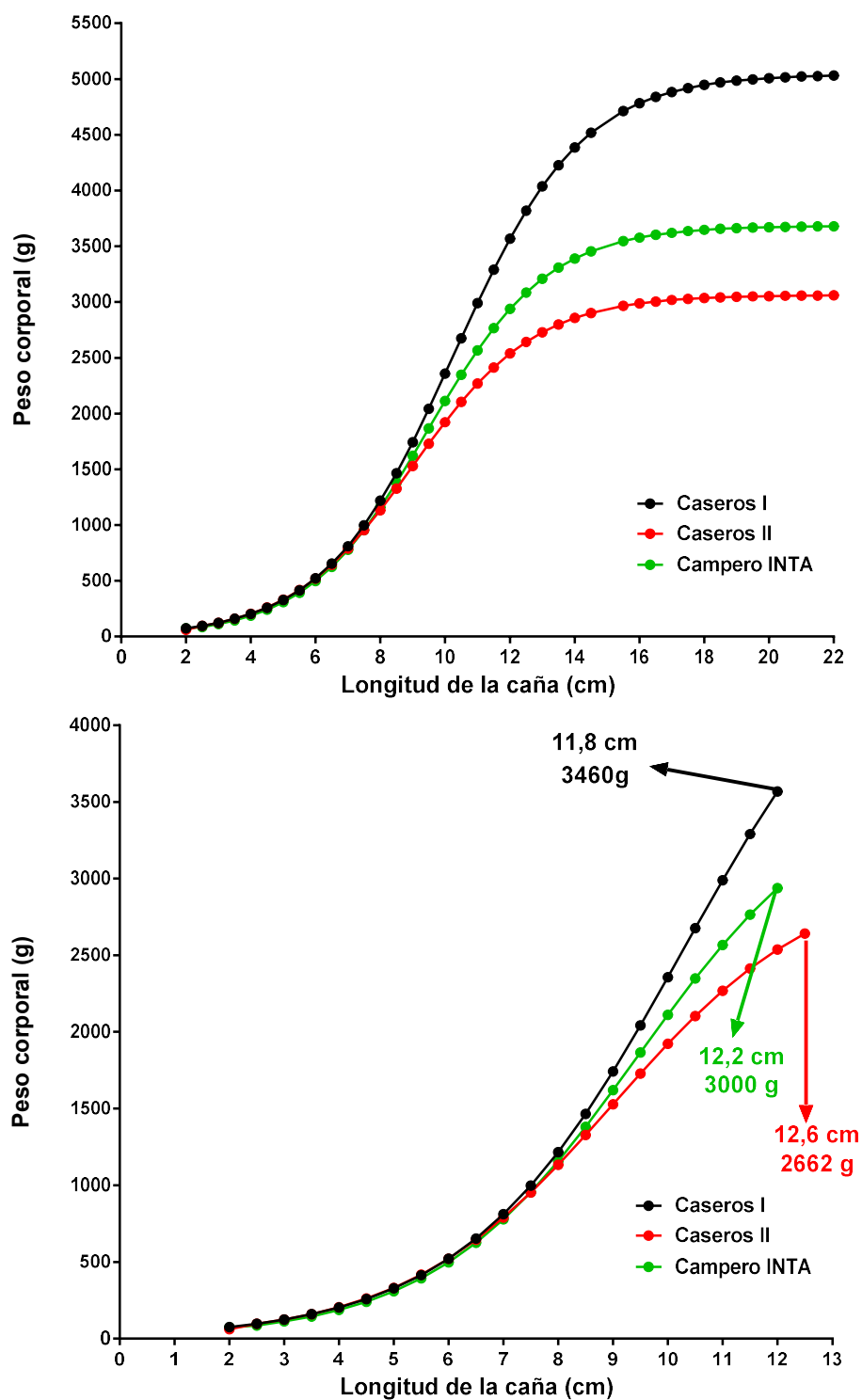


Figura N° 09 - Patrón de aumento del peso corporal en función de la longitud de la caña (valores promedio estimados) de los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

I.1.4. Resumen global

La Tabla 10 resume el comportamiento de los estimadores de los parámetros de tamaño asintótico (A) y tasa de maduración (k) correspondientes a los ajustes peso corporal-edad cronológica (ASIPES y MADPES), longitud de la caña-edad cronológica (ASICAN y MADCAN) y peso corporal-longitud de la caña (ASICOM y MADCOM). En todos los casos se asignó un valor del 100% al grupo genético de mayor valor del estimador y los valores correspondientes a los restantes grupos se relativizaron a dicho valor máximo.

Tabla N° 10 - Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a los indicadores de crecimiento dimensional						
	Peso corporal vs Edad cronológica		Longitud de la caña vs Edad cronológica		Peso corporal vs Longitud de la caña	
	ASIPES	MADPES	ASICAN	MADCAN	ASICOM	MADCOM
Casilda CP	44	100	74	100	59	100
Casilda CR	43	100	76	98	57	99
Casilda DT	54	62	100	43	59	83
Casilda DM	60	60	99	44	64	80
Caseros I	90	55	78	95	100	80
Caseros II	100	47	83	75	78	88

El mayor peso asintótico teórico correspondió a las dos poblaciones derivadas de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR con una leve supremacía de Caseros II respecto de Caseros I. Los cruzamientos de tres vías se ubicaron en una posición intermedia y el menor peso asintótico correspondió a los cruzamientos simples. Los grupos mencionados mostraron un comportamiento inverso al considerar la tasa de maduración para peso corporal.

Casilda DT y Casilda DM presentaron la mayor asíntota para longitud de la caña correspondiendo valores menores y similares a los cruzamientos simples y a Caseros I y II. El mayor valor asintótico coincidió con la menor tasa de maduración para el carácter, mientras que el menor valor asintótico se presentó acompañado de una mayor tasa de maduración.

Al considerar el comportamiento de la biomasa en función de la modificación de la base de sustentación, Caseros I mostró el mayor valor asintótico y Casilda CP la mayor tasa de maduración.

La Figura 10 resume esquemáticamente el comportamiento descrito

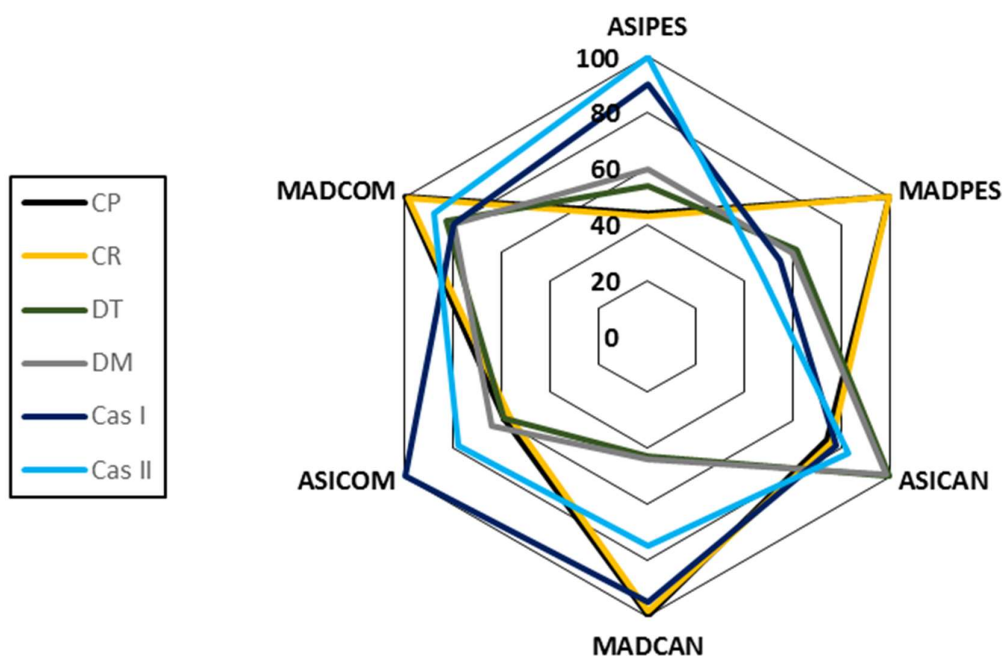


Figura N° 10 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los seis indicadores de crecimiento dimensional

I.2. Curvas de madurez para peso corporal

La Figura 11 presenta las trayectorias de las curvas de madurez para los seis grupos genéticos. La parte superior describe el aumento de madurez en peso corporal en función de la edad cronológica durante el lapso estudiado mientras que en el sector inferior se presentan las trayectorias teóricas hasta la edad en que las aves de todos los grupos alcanzan su peso corporal asintótico. Los cruzamientos simples presentan a las 12 semanas de edad, en promedio, una madurez del 90,7% (Casilda CP: 90,82%; Casilda CR: 90,47%) en comparación con el 63,7% alcanzado por los cruzamientos experimentales de tres vías (Casilda DT: 64,44%; Casilda DM: 62,98%) y el 54,0% de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR (Caseros I: 54,25%; Caseros II: 43,83%). Asignando un valor del 100% a la madurez en peso corporal alcanzada por los cruzamientos simples, los genotipos Casilda DT y Casilda DM presentaron el 70,2% y los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, el 54% de ese valor total.

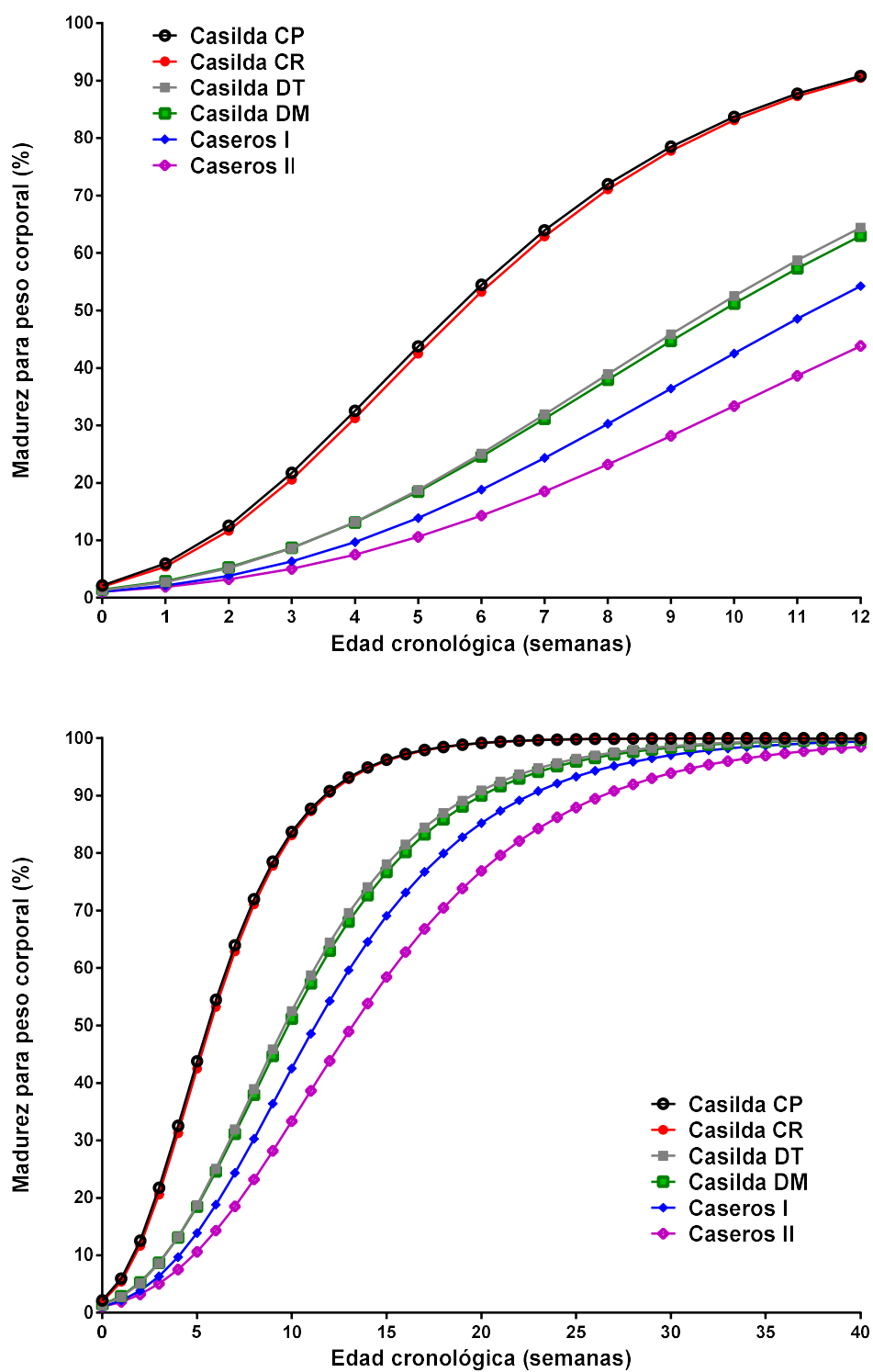


Figura N° 11 – Curvas de madurez para peso corporal de los seis grupos experimentales. Parte superior: período de control. Parte inferior: trayectorias teóricas totales

I.3. Edad teórica para alcanzar el peso objetivo de faena

Las Tablas 11, 12 y 13 resumen los valores de la edad estimada a la cual alcanzan el peso objetivo de faena las aves de los diferentes grupos genéticos evaluados: cruzamientos simples, cruzamiento de tres vías y cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, respectivamente.

La Figura 12 resume en forma comparativa el comportamiento de la edad estimada a la cual alcanzan el peso objetivo de faena las aves de los diferentes grupos genéticos experimentales junto con el genotipo de referencia.

Tabla N° 11 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia		
Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
98 ± 4,6 a	109 ± 5,5 a	71 ± 2,2 b
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos		

Tabla N° 12 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia		
Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
96 ± 1,5 a	90 ± 1,4 b	61 ± 0,7 c
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos		

Tabla N° 13 - Edad estimada al peso objetivo de faena (2500 g) en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia		
Caseros I	Caseros II	Campero INTA
74 ± 2,3 a	80 ± 0,8 b	66 ± 1,3 c
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 40 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos		

En todos los casos el genotipo de referencia Campero INTA presentó menor edad al peso objetivo de faena que las aves de los cruzamientos experimentales contemporáneos. Las aves de este grupo genético presentaron una edad significativamente menor a igual peso

objetivo de faena en el segundo año del experimento en comparación con el primero ($P < 0,001$) y el tercer año ($P < 0,05$).

Los cruzamientos simples no mostraron diferencias estadísticamente significativas respecto de esta variable si bien Casilda CR requirió, en promedio, 11 días más que Casilda CP para alcanzar el peso promedio de 2500 g. En el caso de los cruzamientos de tres vías –Casilda DT y Casilda DM- tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a esta variable si bien Casilda DT requirió 6 días más que Casilda DM. Al considerar los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, Caseros II presentó mayor edad que Caseros I al peso teórico de referencia.

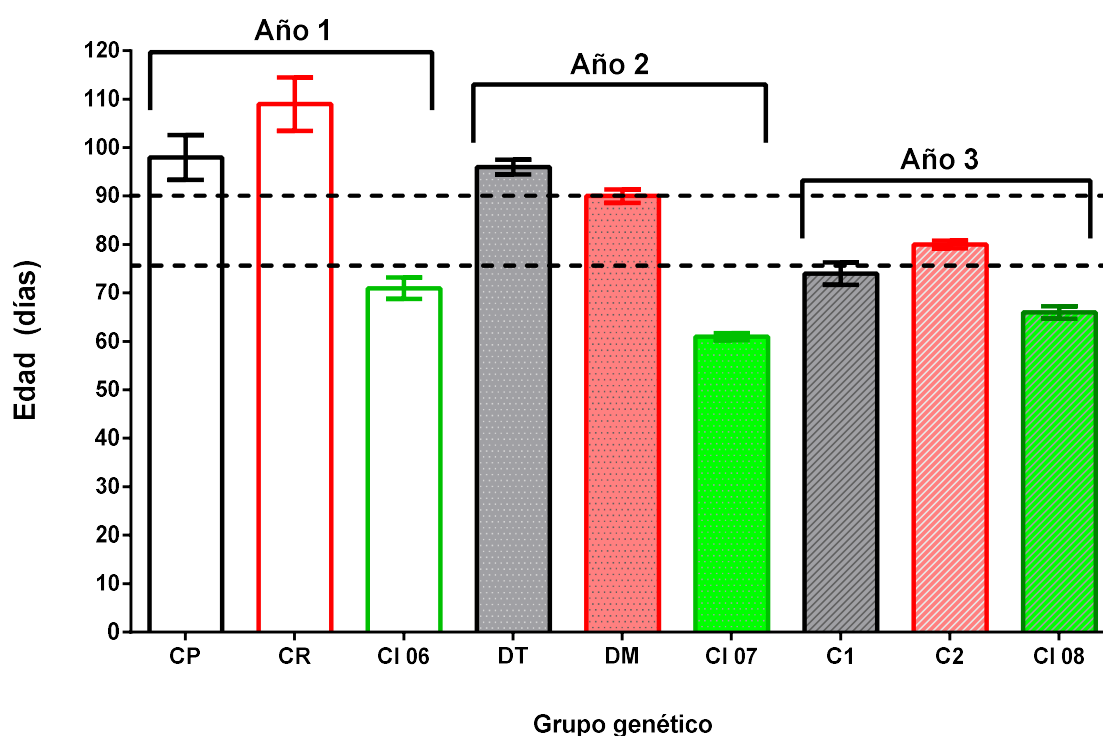


Figura N° 12 - Edad estimada (en días) al peso objetivo de faena (2500 g) en genotipos alternativos de pollos camperos: cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR; cruzamientos de tres vías Casilda DT y Casilda DM y cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples Caseros I y Caseros II. Campero INTA: genotipo de referencia.

I.4. Patrón de uniformidad del peso corporal del lote

Las Figuras 13, 14 y 15 resumen en forma comparativa el comportamiento de los patrones de uniformidad del peso corporal (coeficiente de variación del peso corporal) de las aves de los diferentes grupos genéticos evaluados en los tres años del experimento, respectivamente.

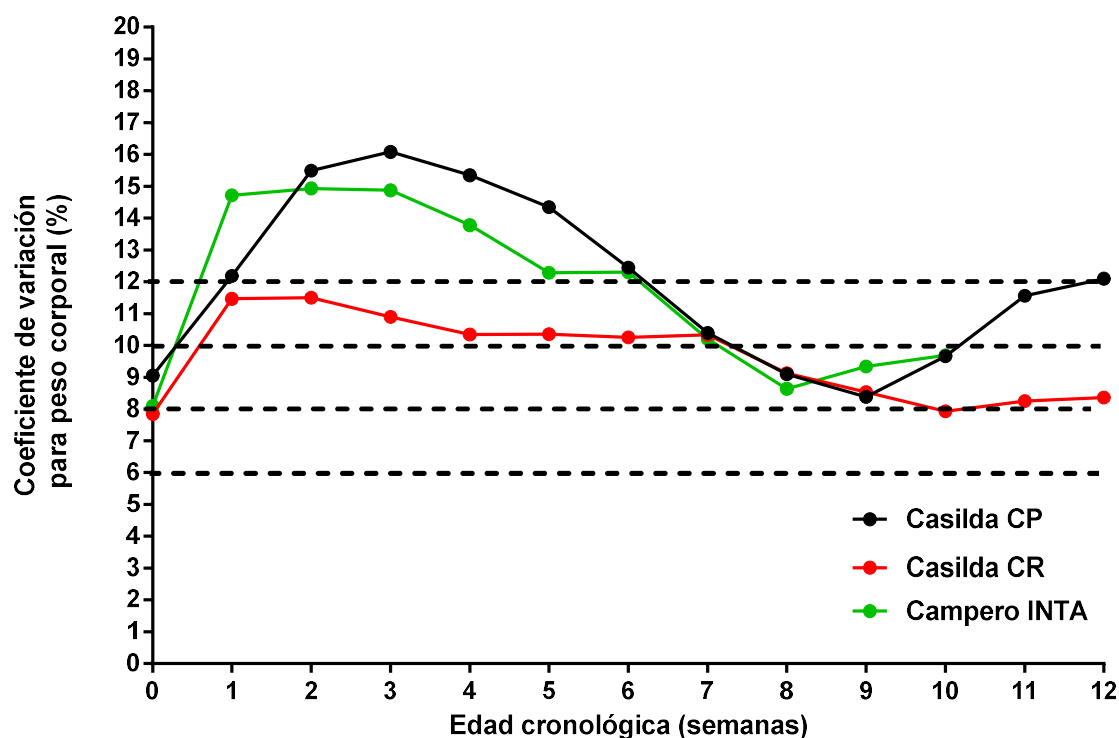


Figura N° 13 – Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y el genotipo de referencia

Tanto el cruzamiento simple Casilda CR como el genotipo de referencia Campero INTA mostraron al nacimiento una muy buena uniformidad ($CV \leq 8\%$) mientras que el otro genotipo experimental ensayado -Casilda CP- se presentó como uniforme ($8\% \leq CV \leq 10\%$). En los tres grupos se observó un aumento del coeficiente de variación del peso corporal (pérdida de

uniformidad) durante la primera semana de vida período que, en el caso de Casilda CP, se extendió hasta la segunda semana. Casilda CP y Campero INTA mostraron una deficiente uniformidad en peso ($CV > 12\%$) hasta la 6ª semana de vida siendo la misma moderada ($10\% \leq CV \leq 12\%$) en el caso de Casilda CR para el mismo lapso. Campero INTA y Casilda CR llegaron al peso objetivo de faena con buena uniformidad mientras que en el caso de Casilda CP su uniformidad a las 12 semanas de edad se presentó como deficiente.

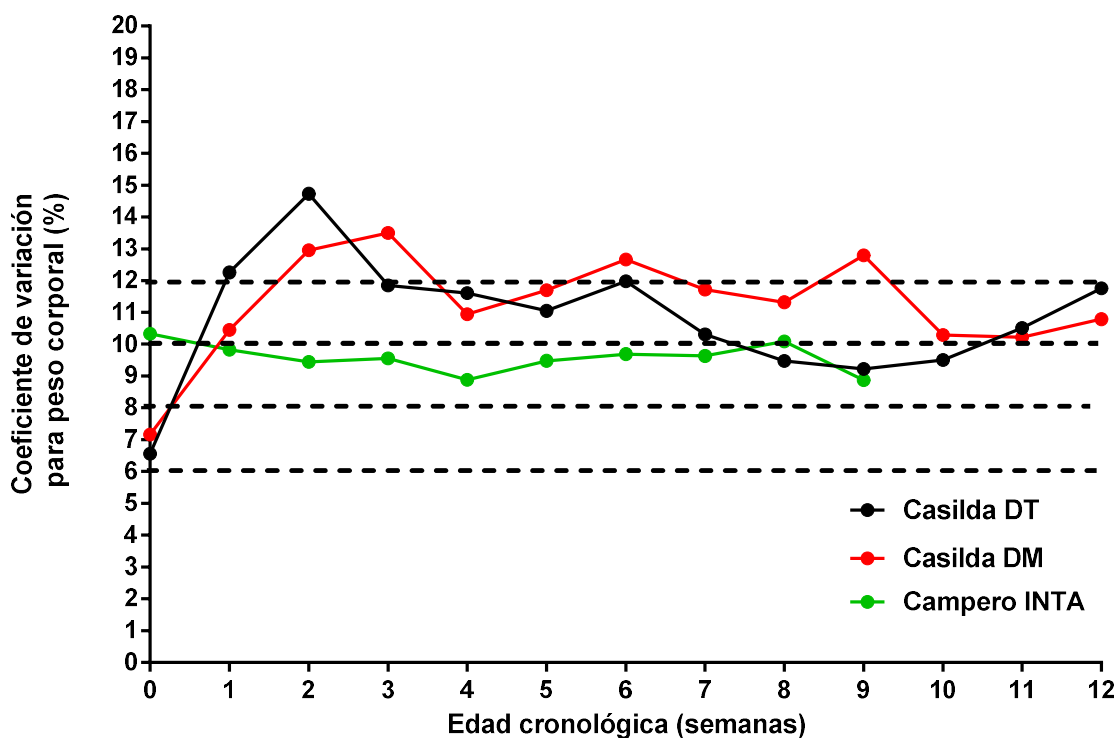


Figura N° 14 – Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y el genotipo de referencia

Tanto Casilda DT como Casilda DM se mostraron al nacimiento como muy uniformes ($CV \leq 8\%$), mientras que en el caso de Campero INTA este indicador presentó un valor en el límite inferior de la condición de uniformidad moderada ($10\% \leq CV \leq 12\%$). El genotipo de referencia mostró un comportamiento estable del CV para peso corporal a lo largo de todo el ciclo con valores que oscilaron entre 8% y 10% (condición uniforme). Por el contrario, los

cruzamientos de tres vías aumentaron el CV para el peso en las dos primeras semanas de vida en el caso de Casilda DT y hasta los 21 días de edad en el caso de Casilda DM ubicándose ambos en la categoría de uniformidad deficiente ($CV > 12\%$). A partir de ese momento las aves de ambos grupos recuperaron uniformidad y llegaron a la faena con valores en el límite superior de la categoría de uniformidad moderada.

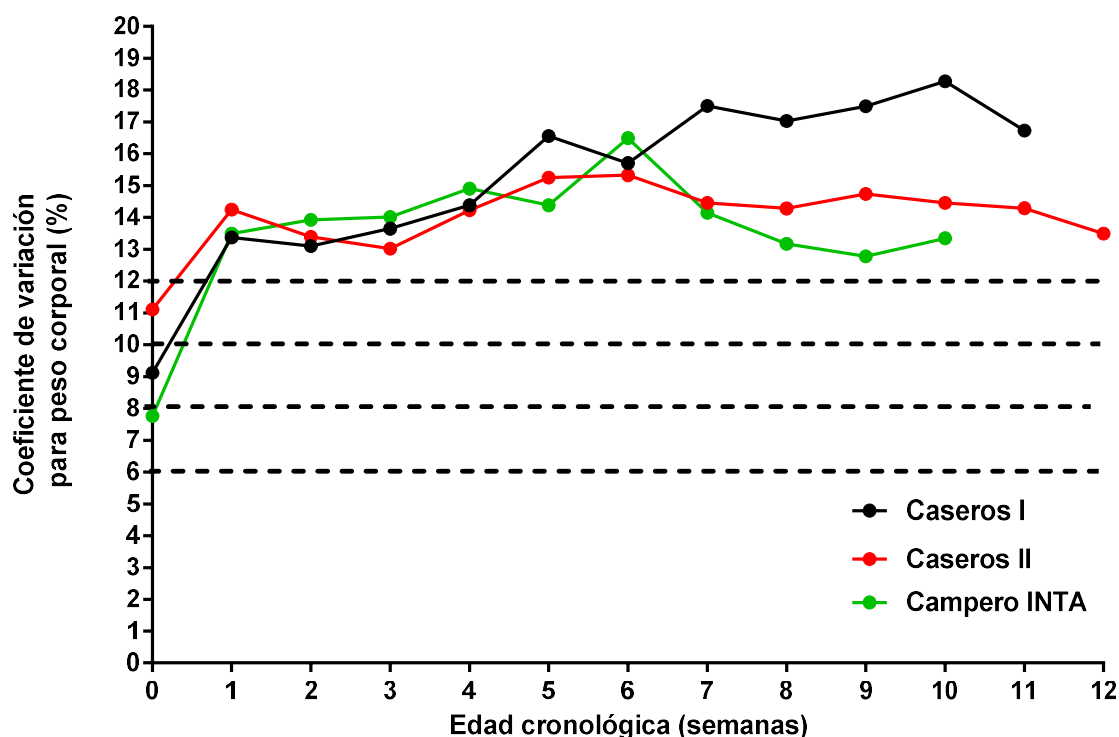


Figura N° 15 – Uniformidad para peso corporal -estimada a partir del comportamiento del coeficiente de variación del carácter en función del tiempo- de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR y el genotipo de referencia

Los tres grupos genéticos se diferenciaron en su uniformidad en peso corporal al nacimiento: Campero INTA se presentó como muy uniforme ($CV \leq 8\%$), Caseros I como uniforme ($8\% \leq CV \leq 10\%$) y Caseros II con uniformidad moderada ($10\% \leq CV \leq 12\%$). Los tres experimentaron un deterioro de su uniformidad (aumento de CV) en la 1ª semana de vida alcanzando valores de uniformidad deficiente ($CV > 12\%$) que mantuvieron durante todo

el ciclo: Caseros I y Campero INTA en forma estable y Caseros II de manera creciente por lo que fue el grupo genético más desuniforme a la faena.

I.5. Análisis multivariado

I.5.1. Análisis de componentes principales

Del examen de la matriz de correlaciones (Tabla 14) surge que las asíntotas de peso corporal en función de la edad cronológica, de longitud de la caña en función de la edad cronológica y de peso corporal en función de la longitud de la caña se correlacionan en forma positiva entre sí y en forma negativa con las tasas de maduración y, por lo tanto, las tasas de maduración se correlacionan en forma positiva entre sí y negativamente con las asíntotas.

Tabla Nº 14 – Crecimiento dimensional. Análisis de componentes principales. Matriz de correlaciones						
	ASIPES	MADPES	ASICAN	MADCAN	ASICOM	MADCOM
ASIPES	1					
MADPES	-0,749	1				
ASICAN	0,068	-0,355	1			
MADCAN	-0,188	0,576	-0,818	1,000		
ASICOM	0,634	-0,435	-0,238	0,15	1	
MADCOM	-0,402	0,643	-0,194	0,302	-0,593	1
Todos los valores corresponden al coeficiente producto-momento de Pearson						
ASIPES (peso corporal asíntótico)						
MADPES (tasa de maduración para peso corporal)						
ASICAN (longitud asíntótica de la caña)						
MADCAN (tasa de maduración para longitud de caña)						
ASICOM (asíntota de peso corporal en función de la longitud de la caña)						
MADCOM (tasa de maduración para peso corporal en función de la longitud de la caña)						

La primera componente principal (PC1) explicó el 49,57 % de la variancia total y la segunda componente (PC2) el 31,49 % de la misma, acumulando entre ambas el 81,06% de la variancia fenotípica observada. El resto de la variancia fue explicada por las cuatro componentes principales restantes de acuerdo con el siguiente detalle: PC3 = 10,21 %, PC4 = 4,90 %, PC5 = 2,60 % y PC6 = 1,23 %.

La primera componente principal se asoció negativamente con ASIPES y en forma positiva con MADPES y MADCOM. En consecuencia, PC1 vincula la dinámica de modificación del peso corporal en función de la edad (ASIPES y MADPES) con la tasa de maduración combinada (MADCOM) y puede ser considerada una componente de BIOMASA.

La segunda componente principal se asoció negativamente con ASICAN y en forma positiva con MADCAN y ASICOM. En consecuencia, PC2 vincula la dinámica de modificación de la longitud de la caña en función de la edad (ASICAN y MADCAN) con la asíntota combinada (ASICOM) y puede ser considerada una componente de ESQUELETO.

La Tabla 15 resume los valores correspondientes a las dos primeras componentes principales consideradas como nuevas variables aleatorias, en los seis grupos genéticos.

Tabla N° 15 – Crecimiento dimensional. Estimadores de las dos primeras componentes principales en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	2,072 a ± 0,1145	2,044 a ± 0,1642	- 1,048 b ± 0,0962	- 0,365 c ± 0,1272	- 1,268 b ± 0,1618	- 1,448 b ± 0,1312
PC2	0,206 ac ± 0,1189	0,385 a ± 0,0802	- 2,090 b ± 0,1327	- 0,250 c ± 0,1310	1,514 d ± 0,1877	0,252 ac ± 0,1322
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 40 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

Con respecto a la primera componente, los cruzamientos simples presentaron valores positivos coincidentemente con su menor peso corporal asíntótico y su mayor tasa de maduración para peso corporal. No se observaron diferencias significativas entre ellos. Caseros I y Caseros II presentaron los valores más negativos en coincidencia con su mayor biomasa. En este caso tampoco se observaron diferencias significativas entre las dos combinaciones recíprocas. Los cruzamientos de tres vías mostraron valores negativos e intermedios a los de los grupos ya analizados. En este caso se observaron diferencias entre ambos correspondiendo a Casilda Doña Teresa los valores menores sin diferencias estadísticamente significativas con Caseros I y Caseros II.

Con respecto a la segunda componente, los cruzamientos de tres vías presentaron valores promedio de signo negativo. Casilda Doña Teresa mostró valores menores de la componente que Casilda Don Manuel. Las poblaciones Caseros I y Caseros II mostraron en promedio los valores mayores, particularmente Caseros I que se diferenció significativamente

de su recíproco. Los cruzamientos simples presentaron valores intermedios, de signo positivo, y no se diferenciaron significativamente entre ellos.

La Figura 16 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC1 y PC2.

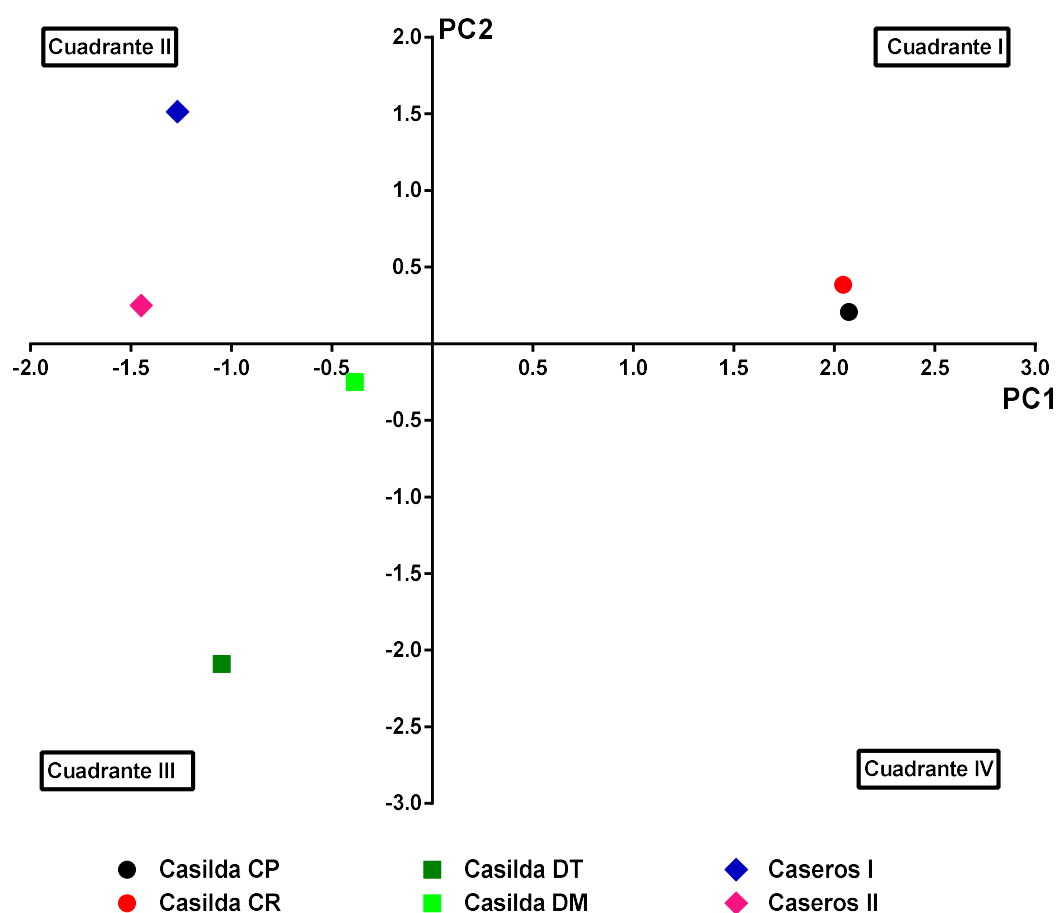


Figura N° 16 – Crecimiento dimensional. Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

Las Figuras 17, 18 y 19 presentan la distribución de los valores individuales correspondientes a las 40 aves de cada grupo genético diferenciando la ubicación de los cruzamientos simples (Figura 17), de los cruzamientos de tres vías (Figura 18) y de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples (Figura 19).

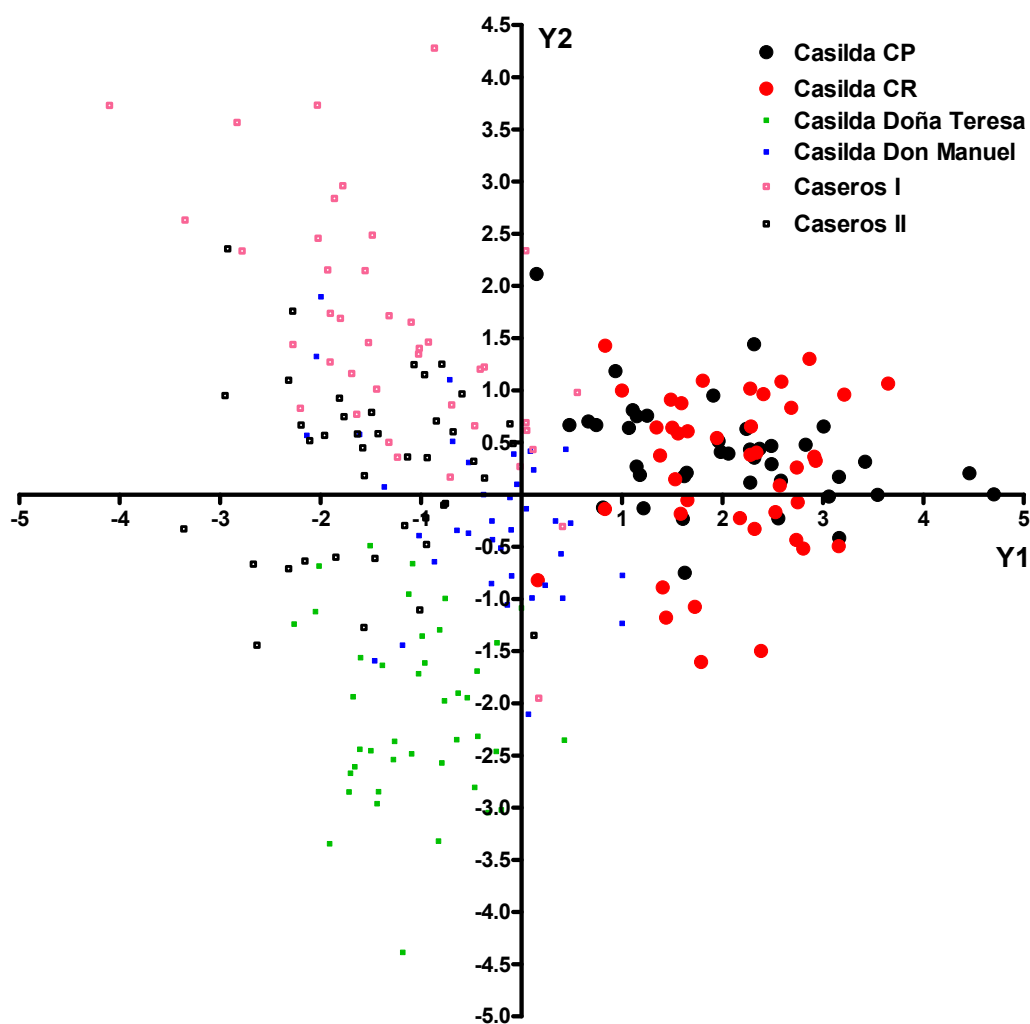


Figura N° 17 – Crecimiento dimensional. Ubicación de los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

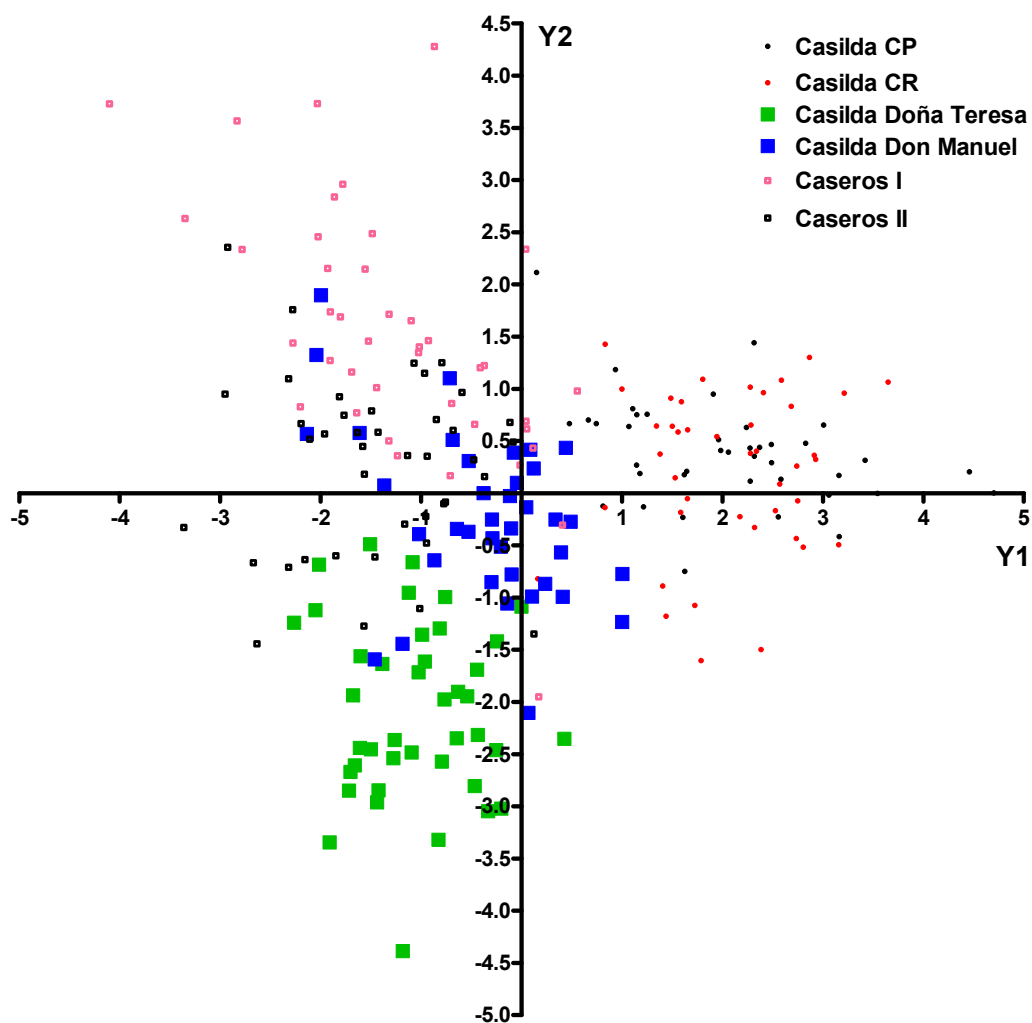


Figura N° 18 – Crecimiento dimensional. Ubicación de los dos cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

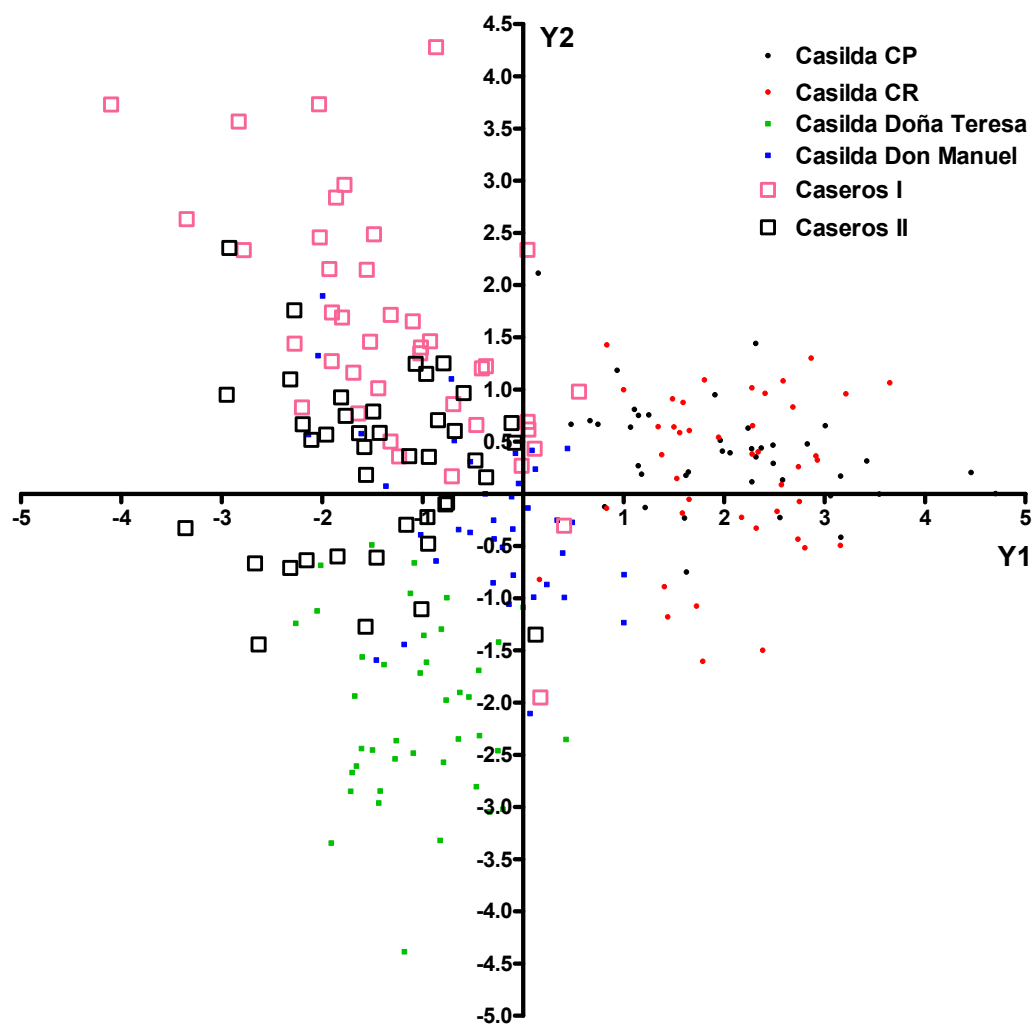


Figura N° 19 – Crecimiento dimensional. Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

I.5.2. Análisis discriminante

La Tabla 16 resume los resultados del análisis discriminante. El mismo muestra la utilidad de los indicadores de crecimiento dimensional para diferenciar a las aves de cada tipo de cruzamiento (cruzamientos simples vs. cruzamiento de tres vías vs. cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples) y la incapacidad de diferenciar claramente a las combinaciones simples entre sí y a las combinaciones de tres vías entre sí (error de asignación: 35,83 % = 86 aves /240).

Tabla N° 16 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico aplicado a indicadores de crecimiento dimensional							
Grupo de origen	Grupo asignado						Total
	CP	CR	DT	DM	Cas I	Cas II	
CP	19	17	0	3	1	0	40
CR	18	21	0	1	0	0	40
DT	0	0	29	10	0	1	40
DM	0	0	17	21	2	0	40
Cas I	0	0	1	2	32	5	40
Cas II	0	0	0	5	3	32	40
Total	37	38	47	42	38	38	240
Número de aves mal clasificadas: 86							
• Proporción de aves mal clasificadas: $(86/240)*100 = 35,83 \%$							

Tomando en consideración el tipo de cruzamiento, el 93,75% (75/80) de las combinaciones simples, el 96,25% (77/80) de las combinaciones de tres vías y el 90% (72/80) de los cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples fueron asignados a su respectivo grupo de pertenencia.

Las dos primeras componentes canónicas explicaron el 91,65 % de la variancia total (64,72% y 26,93 %, respectivamente). La primera componente canónica se asoció en forma negativa con los valores asintóticos (ASIPES: -0,795; ASICAN: -0,639 y ASICOM: -0,417) y positiva con los estimadores de madurez (MADPES: 0,990; MADCAN: 0,731 Y MADCOM: 0,593). Todas las asociaciones fueron estadísticamente significativas. La segunda componente canónica se asoció en forma positiva y significativa con ASIPES (0,544) y ASICOM (0,565) y negativa y significativa con ASICAN (-0,422), no mostró asociación con MADPES (0,019; $P=0,771$), se asoció en forma negativa y significativa (-0,422) con MADCAN y presentó baja asociación de signo positivo (0,565), si bien significativa ($P = 0,015$) con MADCOM.

La Tabla 17 resume los valores correspondientes a las dos primeras componentes canónicas consideradas como nuevas variables aleatorias, en los seis grupos genéticos.

La Figura 20 muestra la distribución de las aves de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas y su comportamiento comparativo se remarca en la Figura 21.

Tabla N° 17 – Crecimiento dimensional. Estimadores de las dos primeras componentes canónicas en seis cruzamientos experimentales de pollos camperos						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Primera componente	8,434 a ± 0,2369	8,412 a ± 0,1876	4,912 b ± 0,1061	4,783 b ± 0,1193	4,352 b ± 0,1276	3,074 c ± 0,1302
Segunda componente	23,24 a ± 0,131	23,14 a ± 0,101	20,87 b ± 0,115	21,36 b ± 0,117	24,64 c ± 0,222	23,75 a ± 0,216
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 40 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

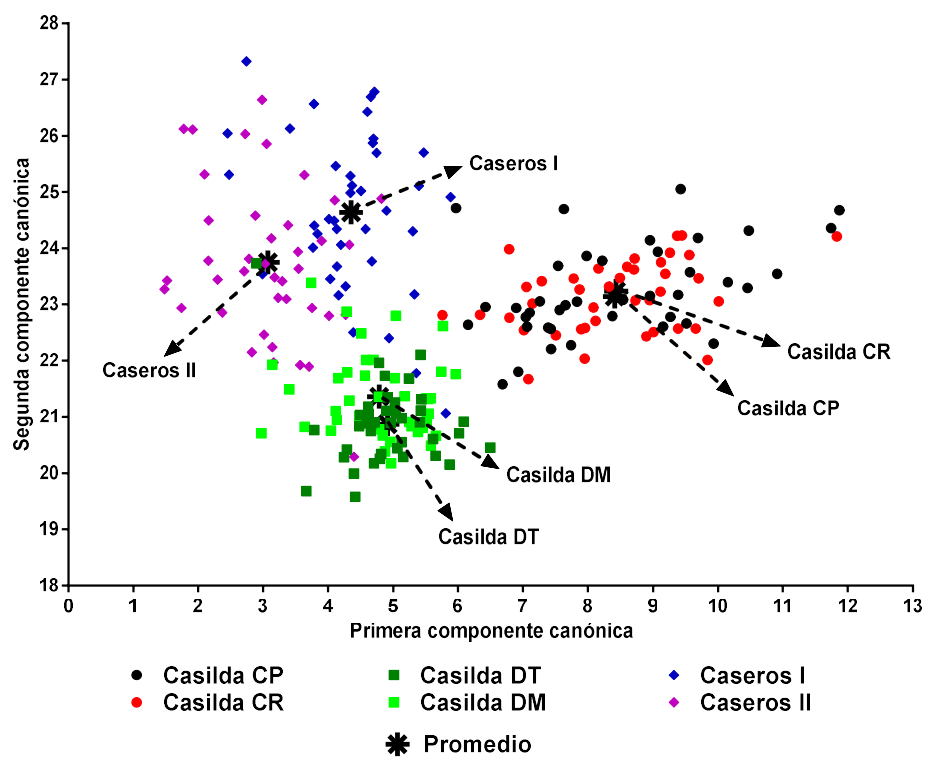


Figura N° 20 - Discriminación de las aves de los seis grupos experimentales en función del comportamiento conjunto de los parámetros de tamaño asintótico y tasa de maduración para la biomasa sustentada, la base ósea de sustentación y la relación entre ambas

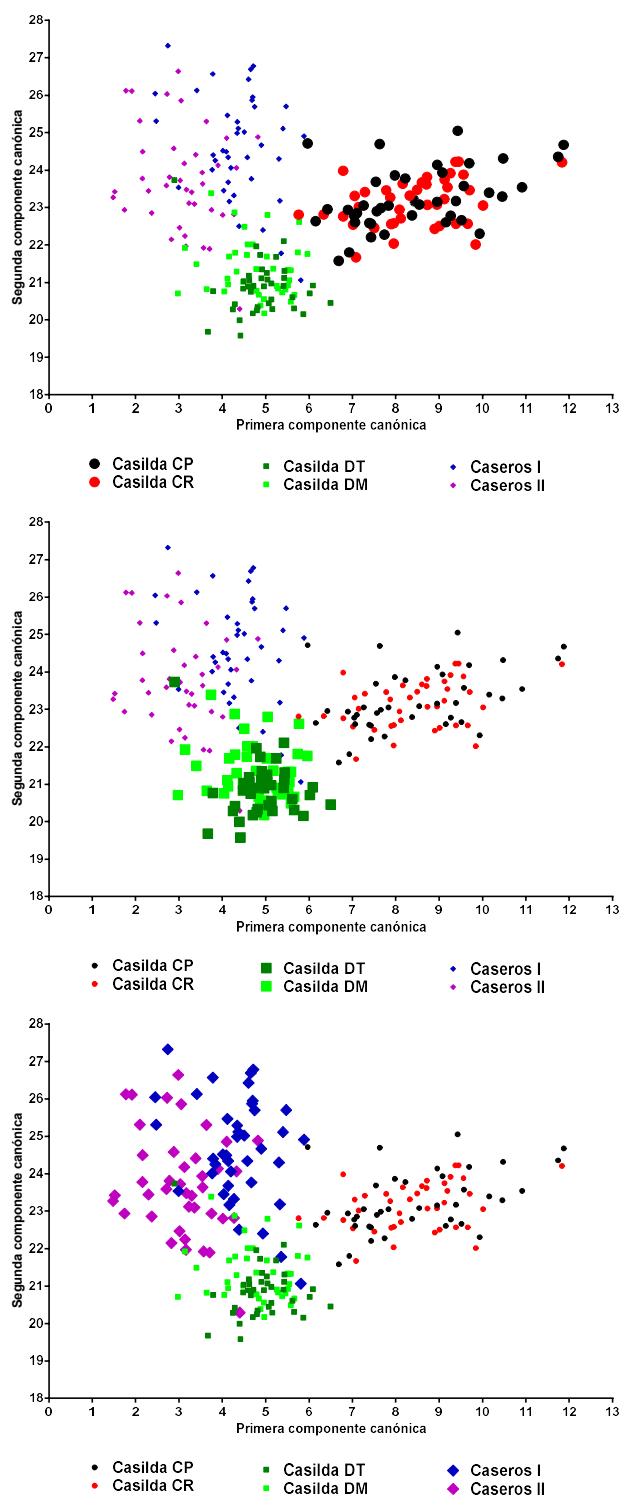


Figura 21 – Ubicación relativa de los grupos experimentales tomados de a dos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado a los estimadores de los parámetros de las funciones de crecimiento dimensional

CAPÍTULO II

Eficiencia alimenticia y caracteres relacionados

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos del mejoramiento genético de las aves destinadas a la producción de carne es la disminución de los costos de producción. Dado que este tipo de explotaciones se caracterizan por sus bajos beneficios por unidad de producto final debido principalmente a que el alimento representa, con variaciones ocasionadas por las modalidades de producción, aproximadamente el 70% de dichos costos (Aggrey *et al.*, 2010; Willems *et al.*, 2013), la disminución de la cantidad de alimento consumido por kg de carne producida es una meta prioritaria en la avicultura industrial. Asociado a esta cuestión, y en el marco de los actuales objetivos de selección, el peso relativo del mejoramiento genético de la eficiencia alimenticia también ha recibido particular atención debido al aumento de los costos de las materias primas (Avendaño, 2011).

El concepto de eficiencia alimenticia tiene que ver con la capacidad para convertir ciertas entradas de un sistema biológico, en salidas de dicho sistema. En el caso de las aves de carne las entradas hacen referencia al alimento consumido y las salidas al peso corporal o a la ganancia de peso. La eficiencia, definida como la biomasa producida por unidad de alimento consumido, es una medida cruda de la eficiencia biológica (Emmerson, 1997) ocasionalmente empleada en la literatura (Dransfield y Sosnicki, 1999). El cociente inverso -cantidad de alimento requerido para producir un aumento dado de biomasa- es una modalidad de expresión más frecuente desde el punto de vista productivo, se lo denomina relación de conversión y representa un descriptor de trascendencia económica en tanto, si bien vincula también la tasa de crecimiento y el consumo, la forma de expresión tiene un correlato más directo con el requerimiento de alimento balanceado (O'Sullivan *et al.*, 1992a; Skinner-Noble y Teeter, 2003). Si bien ambas expresiones se utilizan indistintamente, se han hecho notar algunas inconsistencias que pueden llevar a discrepancias sobre la cuestión (Chambers, 1990) y ha sido motivo de debate cuál de ellas debería ser la medida de elección (Pym, 1990).

Independientemente del indicador utilizado para cuantificar esta variable, la eficiencia resulta de la interacción de una multiplicidad de factores de naturaleza tanto genética como ambiental siendo, en este sentido, un carácter complejo que depende, entre otros, del metabolismo basal, el patrón de crecimiento, el apetito, la digestibilidad, el contenido calórico de la ganancia de peso, la composición final de la carcasa, el comportamiento, etc., como principales determinantes de su valor.

Desde los inicios de la avicultura intensiva moderna los valores de la relación de conversión han ido disminuyendo de manera ininterrumpida. Algunas modificaciones medioambientales tales como la optimización de los programas de iluminación, del control de la temperatura durante la cría y de la densidad de los lotes (Davis *et al.*, 1999; Havenstein *et al.*, 2003), además del avance en las investigaciones relacionadas con la formulación de raciones ajustadas a los cambios en los requerimientos de estas aves con tan rápido crecimiento (Havenstein *et al.*, 2007), han contribuido a mejorar la conversión del alimento en carne.

La inclusión de la eficiencia entre los criterios de selección aplicados en los programas de mejoramiento, ha desempeñado un rol fundamental en los avances registrados para este carácter (Emmerson, 1997). A comienzos de este siglo, y contando desde mediados del siglo pasado, la suma de las intervenciones genéticas y medioambientales había posibilitado pasar de producir - con un híbrido de razas semipesadas y 3 kg de alimento - 1 kilo de peso vivo de pollo en nueve semanas, a producir - con un híbrido de razas pesadas y 2,4 kg de alimento - 1,3 kg de peso en un tiempo menor (Castello Llobet, 2002). A este respecto, Havenstein *et al.* (1994) compararon el crecimiento y la eficiencia alimenticia en pollos parrilleros de los años 1957 versus los pollos disponibles en 1991, en dos ambientes nutricionales diferentes, y observaron un mejoramiento de 250 a 300% en el peso corporal junto con una significativa mejora de la eficiencia. Se dispone de evidencia que indica que, conjuntamente con la velocidad de crecimiento y el rendimiento a la faena de los pollos para carne, el ritmo de mejora de la relación de conversión continúa aún en la actualidad y, si bien parte de dichos cambios pueden atribuirse a modificaciones en el ambiente, se estima que entre el 85 y el 90% de los mismos han resultado del mejoramiento genético (Zuidhof *et al.*, 2014).

En relación con los valores relevados para el carácter, Leeson (2000) informó cifras de 1,9 kg de alimento para producir un kg de peso vivo o su equivalente 0,53 kg de peso vivo por kg de alimento consumido según se utilice como indicador uno u otro de los cocientes ya mencionados entre el aumento de peso corporal y el alimento consumido. Creswell (2005) menciona una relación de conversión de 1,72:1 para pollos faenados a los 42 días de edad con un peso corporal promedio de 2500 g. Otros autores comunican valores promedio de eficiencia que oscilan entre 2 y 2,5 kg de alimento requeridos por kg de peso corporal producido, en pollos parrilleros entre los 35 y 62 días de edad (van Bebber *et al.*, 1994; Aggrey *et al.*, 2010). En la guía de manejo de uno de los pollos híbridos más difundidos en el país (Cobb Vantress, Cobb 500 Guide, 2015) se menciona para el mismo valores de conversión alimenticia acumulados a

los 42 días de edad de 1,684:1 para hembras con un peso promedio de 2671 g y de 1,675: 1 para machos con un peso de 2.857 g. En el caso de otro pollo parrillero de uso comercial se menciona, para lotes mixtos, valores de conversión de 1,689:1 para un peso vivo promedio a la faena de 2.809 g y 42 días de edad (Ross 308, 2014). Evidentemente, estos valores contrastan con los observados al evaluar poblaciones de crecimiento lento. Entre otros autores, Nidri *et al.* (2006) informan valores promedio de 3,15:1 para pollos tipo Label entre las 8 y las 10 semanas de edad y Melo *et al.* (2006), trabajando con pollos Campero INTA criados en condiciones de semi-confinamiento, mencionan valores extremos de 4,35:1 entre los 54 y los 75 días de edad.

Entre uno y otro sistema –avicultura industrial y las diversas modalidades de avicultura alternativa- se ha ensayado la utilización de genotipos de crecimiento rápido, propios de la primera modalidad en sistemas no convencionales característicos de la segunda. En nuestro país Revidatti *et al.* (2006) evaluaron las principales variables productivas en un ensayo a campo con un híbrido de crecimiento rápido con el objetivo de determinar las posibilidades de utilizar este tipo de aves comerciales en modelos de producción alternativos. En coincidencia con el comportamiento de aves del mismo tipo genético en sistemas intensivos, la mejor relación de conversión se observó durante las primeras semanas de vida manteniendo algunos lotes valores de conversión de 2:1 hasta los 56 días, similares a los observados en lotes de pollos parrilleros con edades y pesos de faena de 42 días y 2000g respectivamente. De igual modo, Lazzari *et al.* (2007) informaron relaciones de conversión de 1,85:1 y 2,03:1 para machos Cobb 500 criados hasta los 49 días de edad, en confinamiento y con acceso a parque, respectivamente.

Paralelamente al reconocimiento de la evidente trascendencia económica de este carácter, y planteada la necesidad de incluirlo como criterio en los planes de mejoramiento, surgió la necesidad de generar información relacionada con su tipo de herencia. Si bien varias décadas atrás se habían llevado a cabo algunos trabajos en este sentido (Hess *et al.*, 1941; Hess y Jull, 1948), la investigación activa relacionada con la genética de la eficiencia alimenticia comenzó en las décadas de los 70' y los 80' con la puesta en marcha de proyectos de selección (Wilson *et al.* 1969; Guil y Washburn; 1974; Pym y Nicholls, 1979; Sorensen, 1984; Leenstra y Pit, 1987; Pym, 1990), esfuerzos que se tradujeron en el marcado progreso genético antes mencionado en la eficiencia de las aves destinadas a la producción de carne.

La eficiencia con la cual las aves de este tipo convierten el alimento en biomasa, presenta valores de heredabilidad que oscilan entre 0,11 y 0,41 (Willems *et al.*, 2013) o entre 0,18 y 0,56 con un promedio de 0,25 (Pym, 1990), rangos explicables en tanto la heredabilidad no es una

propiedad del carácter sino de la población en la cual se la estima y, como tal, se encuentra afectada por las frecuencias génicas y genotípicas particulares de dichas poblaciones como así también de las condiciones ambientales en las que las mismas se encuentran. Aggrey *et al.* (2010) informan valores de 0,49 para mediciones efectuadas entre los 28 y los 35 días de edad y de 0,41 para registros entre los 35 y los 42 días de edad y Supriyantono (2009) valores de 0,44. De acuerdo con estos antecedentes sería esperable obtener respuesta a la selección por eficiencia cuando se la incluye como criterio selectivo (Pakdel *et al.*, 2005; Aggrey *et al.*, 2010; Case *et al.*, 2010) si bien Supriyantono (2009) puso en evidencia cierta inconsistencia entre el valor estimado en la población general y el valor de la heredabilidad realizada en un experimento de selección por eficiencia en tanto esta última fue notoriamente menor.

Algunos experimentos de selección divergente por alto y bajo peso corporal a los 56 días de edad, llevados a cabo en la raza White Plymouth Rock, demostraron una relación favorable entre la tasa de crecimiento y la eficiencia alimenticia (Siegel y Wiseman, 1966; O' Sullivan *et al.*, 1992a,b). Siegel *et al.* (1983) observaron que la ingesta de alimento y la eficiencia con que dicho alimento ingerido es convertido en biomasa, son dos caracteres que se ven afectados por la selección directa por peso corporal. Si bien luego de cinco generaciones de selección la diferencia en peso corporal de las aves seleccionadas por alto o bajo peso a los 56 días de edad estuvo asociada al consumo de alimento y no a la eficiencia alimenticia, luego de 11 generaciones de selección, las diferencias en eficiencia entre las líneas divergentes, se hicieron más pronunciadas.

La evaluación de la conversión alimenticia medida como respuesta correlacionada a la selección por tasa de crecimiento o peso corporal (Pym, 1985) puede verse enmascarada por diferencias en los requerimientos de mantenimiento asociados a diferencias en el tamaño corporal de las aves. Cuando las diferencias en el peso corporal son mínimas, las diferencias genéticas en eficiencia de conversión de alimento pueden reflejar diferencias en la ingesta, tal como puntualiza Marks (1991) comparando líneas obtenidas por selección divergente a partir de una población de parrilleros comerciales. Pero, dado que el aumento de peso corporal por unidad de alimento consumido es función del peso vivo y que los requerimientos de mantenimiento aumentan a medida que el ave crece, las mediciones de consumo o eficiencia deberían realizarse sobre la base de un peso corporal común (Chambers y Lin, 1988). Por lo tanto, la evaluación de la eficiencia a un *peso constante* sería un mejor indicador de la eficiencia alimenticia que su evaluación a *edad constante* porque la estimación del consumo de alimento

por unidad de peso corporal ganado resulta sobrestimada y las aves con crecimiento acelerado, mayor tamaño corporal y mayores requerimientos de mantenimiento pueden ser penalizadas al evaluárselas en una fase menos eficiente de crecimiento (Emmerson, 1997). Sin embargo, evaluar el consumo de alimento y la eficiencia de conversión en grandes poblaciones, en el marco de un rango de pesos determinados, resulta bastante complejo y ello ha determinado que habitualmente las estimaciones se hagan a edades constantes (Chambers, 1990). La eficiencia relativa, como variable derivada del cociente entre el consumo medio diario y el aumento medio diario de peso, medida que tiene en cuenta el peso inicial y final, podría disminuir las imprecisiones que genera la evaluación de la eficiencia a edad constante.

Las respuestas directas y correlacionadas observadas en eficiencia suministraron evidencia no sólo sobre la naturaleza de su base genética sino también acerca de la base genética del consumo de alimento y de las relaciones genéticas con otros caracteres productivos (Cherry *et al.*, 1987; O' Sullivan *et al.*, 1992a), en particular con la tasa de crecimiento corporal. Pese a la correlación favorable entre eficiencia alimenticia y tasa de crecimiento, asociación responsable de la respuesta correlacionada observada en la primera al ejercer presión de selección sobre la segunda, existe evidencia que los determinantes genéticos de estos dos caracteres son al menos parcialmente independientes (Mc Carthy y Siegel, 1983) y el reconocimiento de esta cuestión condujo a la inclusión de la eficiencia como tal en los índices selectivos en la década de los 80'.

Gunsett (1984) y Aggrey *et al.* (2010) han argumentado que dado que la eficiencia es una variable derivada que resulta del cociente entre dos variables de medición directa, la utilización de dicho carácter -o bien de la relación de conversión- como criterios selectivos puede traducirse en diferentes respuestas en los caracteres que la componen en tanto la base genética parcialmente independiente de los componentes del cociente utilizado para su cálculo mencionada anteriormente, no permite predecir con certeza el comportamiento de los mismos (Zhang y Aggrey, 2003).

Las evaluaciones llevadas a cabo en aves de carne seleccionadas por velocidad de crecimiento habían puesto en evidencia que las mismas utilizan más eficientemente la energía y la proteína de la dieta (Pym y Farrell, 1977; Pym *et al.*, 1984). A partir de la década de los 90', se inician estudios en relación a los factores fisiológicos involucrados en la selección por eficiencia entre los que cabe citar los vinculados con la actividad de las enzimas digestivas (O'Sullivan *et al.*, 1992b; Dunnington y Siegel, 1995) el metabolismo energético y proteico

(Jorgensen *et al.*, 1990; Buyse *et al.*, 1998) y la presencia de ascitis (Scheele *et al.*, 1991; Jones, 1994; Buyse, 1999). Simultáneamente, diversos experimentos de selección utilizando como criterio la tasa de crecimiento y el contenido de grasa corporal también suministraron información relacionada con la utilización de los nutrientes (Cherry *et al.*, 1987; O' Sullivan *et al.*, 1992a). Entre las respuestas correlacionadas a la selección por velocidad de crecimiento que repercuten positivamente sobre la eficiencia, Chambers (1990) menciona la mayor eficiencia en el uso de la energía y de algunos aminoácidos por parte del embrión, la reducción en el consumo de oxígeno (Stewart *et al.*, 1980), el aumento en la tasa de tránsito intestinal, la mejor absorción intestinal de glucosa y una mejor regulación de la temperatura corporal.

Las respuestas correlacionadas en eficiencia al seleccionar por crecimiento resultan informativas en términos de la relación entre ambas variables de trascendencia productiva. En este sentido, se observó que la respuesta a la selección divergente por eficiencia no difirió en dos líneas de aves para carne en las que se permitió que el peso corporal variara o bien se lo mantuvo constante lo que sugiere que la asociación genética entre tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia no es necesariamente elevada (Schmidt *et al.*, 2006).

La intensa selección aplicada para incrementar la tasa de crecimiento, si bien ha resultado en una significativa reducción del número de días requerido para lograr el peso de mercado, produjo un incremento del apetito (Siegel y Wisseman, 1966) por modulación de mecanismos centrales y periféricos de regulación del hambre (Lacy *et al.*, 1985). La comparación entre líneas seleccionadas por ganancia de peso o por eficiencia mostró que la selección por ganancia de peso produjo un mayor aumento en peso corporal que en eficiencia, a la vez que aumento el consumo de alimento mientras que la selección por eficiencia aumentó el peso corporal sin modificar prácticamente los valores de consumo (Schmidt *et al.*, 2006) poniendo en evidencia la expresión de genes al menos parcialmente diferentes en ambos casos. Los problemas derivados de tal respuesta correlacionada exigieron la implementación de medidas de manejo tales como la restricción alimenticia (Dunnington, 1990) o un mayor control ambiental. La evidencia acerca de que la mejora lograda en ganancia de peso trajo como correlato una mejora en la tasa de conversión alimenticia (McCarthy, 1977; Van Bebber y Mercer, 1994; Singh *et al.*, 1996) indicaría que, en general, el aumento en ganancia de peso, si bien acompañado de un mayor consumo absoluto, traería aparejado una disminución en la cantidad de alimento necesaria para lograr cada unidad de aumento de peso.

Los dos cocientes utilizados como indicadores de eficiencia utilizan el aumento de peso sin discriminar el tipo de tejido depositado. Si se toma en consideración la composición calórica de la ganancia de peso, puede postularse que la búsqueda de estrategias de selección tendientes a obtener genotipos con menor contenido de grasa (Reddy, 1996) llevaría a una mejor eficiencia del sistema productivo por el ahorro energético asociado al hecho que la deposición de tejido adiposo es casi cuatro veces más costosa que la formación de tejido magro (Soller y Eitain, 1984). El exceso de grasa observado en los pollos parrilleros es consecuencia de una intensa selección indirecta hacia mayor apetito dada la correlación positiva entre ambos caracteres, que algunos autores explican como una disminución en el mecanismo de saciedad lo que genera las diferencias en el consumo (Dunnington, 1990). Dado que la selección por conversión alimenticia produce aves magras debido a la correlación genética negativa entre eficiencia y proporción de grasa, y que la selección por menor deposición de grasa provee una conversión favorable, la conversión de alimento y la grasa abdominal pueden ser usadas como criterios para lograr aves magras. En resumen, puede afirmarse que la selección por conversión se asocia con una disminución en el contenido de grasa corporal lo que, a su vez, mejora la rentabilidad del sistema.

Al igual que lo observado con otros caracteres productivos, la cuestión vinculada con la base genética de la eficiencia adquirió otras particularidades con la irrupción del paradigma molecular en el campo de la biología en general y del mejoramiento genético en particular y su potencial vinculación con estrategias de selección asistida por marcadores. Acompañando a los adelantos teóricos relativos a la selección por eficiencia, la evolución de las técnicas de biología molecular permitió utilizar marcadores dispersos en el genoma para buscar segmentos cromosómicos cosegregantes con caracteres de importancia económica. En 1992 se informó la existencia de QTL para eficiencia en pollos (Van Kaam *et al.*, 1999 a,b; 2002) y ello abrió la posibilidad para, a partir de su identificación y posterior incorporación en la predicción del valor de cría, poder aumentar la exactitud de la selección por eficiencia. Abasht *et al.* (2006) resumieron e integraron los trabajos originales disponibles sobre QTL en pollos con el fin de identificar aspectos básicos de la arquitectura genética de aquellos caracteres de interés productivo con base genética cuantitativa y remarcaron la utilidad de dicha información para la identificación de genes o mutaciones vinculados con esos QTL y la trascendencia potencial de la aplicación de esta información de naturaleza genómica en programas de selección. En este sentido, Jin *et al.* (2013) estudiaron en pollos para carne el polimorfismo asociado al gen *TGF-*

$\beta 3$ (transforming growth factor $\beta 3$) de reconocido papel en la homeostasis tisular y en el desarrollo, localizado en la proximidad de un QTL ubicado en el cromosoma 5 con efectos sobre el peso corporal y la eficiencia alimenticia, e identificaron tres SNP y haplotipos de potencial importancia como marcadores genéticos en el mejoramiento. Este tipo de indagaciones también se orientó a investigar posibles asociaciones de genes candidatos con caracteres de importancia productiva. Jin *et al.* (2014) caracterizaron las asociaciones entre la eficiencia alimenticia de pollos para carne y polimorfismos del gen de la grelina (GHRL), de su receptor (GHSR) y del gen del receptor del factor de crecimiento tipo 1 similar insulina (IGF1R) todos ellos de reconocida vinculación con el crecimiento y la diferenciación celular, el consumo de alimento y el balance energético. El Moujahid *et al.* (2014) investigaron polimorfismos del gen del receptor de la leptina, una hormona vinculada con la regulación del consumo en mamíferos y en pollos y su asociación con el crecimiento y la eficiencia alimenticia en aves para carne y Jin *et al.* (2016) llevaron a cabo una indagación similar con una quinasa (AMPK – adenosine monophosphate activated protein kinase) vinculada con la regulación del balance energético y el consumo de alimento. Todos los estudios mencionados, entre otros de similar factura, brindan evidencia considerada promisorio en términos de la aplicación futura de estas asociaciones en planes de mejoramiento.

Dada la ya mencionada importante incidencia de la alimentación sobre los costos totales en la producción avícola y la menor tasa de aumento de peso diario de las aves utilizadas en los programas de avicultura alternativa, la caracterización de la relación consumo-crecimiento adquiere relevancia en este tipo de poblaciones en tanto presenta connotaciones propias diferentes a las descritas en el caso de la avicultura industrial. Es decir que las cuestiones vinculadas con la eficiencia alimenticia, de fundamental trascendencia en la avicultura intensiva, presentan particularidades cuando se consideran otras modalidades de producción. En términos generales, la cría de aves destinadas a la producción de carne en sistemas semi-intensivos, con menores densidades que las aplicadas en la avicultura intensiva y con genotipos que presentan menor velocidad de crecimiento que el broiler industrial, se caracteriza por una menor eficiencia alimenticia global (Golyomitis *et al.*, 2003). Este hecho, ampliamente confirmado, determinó que ya desde las primeras propuestas de utilización de este tipo de aves se planteara la necesidad de incluir a la eficiencia alimenticia como criterio selectivo (Hubert, 1983). La producción de pollos camperos se lleva a cabo bajo esta modalidad. El protocolo para su producción (Bonino, 1997) establece una edad mínima de faena de 75 días. Esa condición

no es compatible con los valores de conversión alcanzados por los genotipos utilizados en la avicultura intensiva, razón por la cual el tipo de ave utilizado en este sistema alternativo, al igual que ocurre en la avicultura orgánica, presenta relaciones de conversión menos favorables las que deben ser compensadas con un mayor precio de venta de este producto cualitativamente diferencial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veinticinco machos de cada grupo genético, extraídos aleatoriamente de sus respectivas poblaciones, se alojaron en jaulas individuales a partir de los 35 días de vida. Luego de un período de acostumbramiento de siete días, cada ave fue pesada semanalmente y se determinó su consumo diario de alimento entre los 42 y los 63 días de edad por diferencia de pesada entre una cantidad conocida de alimento ofrecido (400 g) y el remanente registrado en el comedero al día siguiente.

A partir de los datos correspondientes al registro individual del peso corporal y el consumo voluntario de alimento balanceado se calculó:

- el aumento medio diario de peso (AMD), como el cociente entre el incremento en peso corporal en un periodo dado de tiempo y el número de días de dicho período,
- el consumo medio diario de alimento (CMD), como el cociente entre el consumo acumulado de alimento en un periodo dado de tiempo y el número de días de dicho período,
- el aumento medio diario relativo de peso (AMDr), como el cociente entre el AMD en un período dado de tiempo y el peso corporal promedio en el mismo lapso,
- el consumo medio diario relativo de alimento (CMDr), como el cociente entre el CMD en un período dado de tiempo y el peso corporal promedio en el mismo lapso,
- la eficiencia alimenticia, como el cociente entre el AMD y el CMD
- la relación de conversión, como el cociente entre el CMD y el AMD

La eficiencia alimenticia y los caracteres que intervienen en su cálculo se evaluaron a igual edad cronológica para el período total de registro (42-63 días) y para tres períodos consecutivos de una semana de duración cada uno (Período 1: 42-49 días, Período 2: 49-56 días y Período 3: 56-63 días).

Análisis estadístico

Para el análisis de la eficiencia alimenticia y de las variables que determinan su valor se utilizaron tres enfoques:

II.1. Comparación a igual edad cronológica

El efecto del grupo genético sobre la eficiencia alimenticia (o la relación de conversión) y las variables que intervienen en su cálculo, estimada para el período total (42-63 días), se

evaluó con un análisis de la variancia a un criterio seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

II.2. Evaluación de la interacción grupo genético por período de registro

El efecto del grupo genético, del período de registro y de la correspondiente interacción simple entre ambos se evaluó con un análisis de la variancia para medidas repetidas correspondiente a un experimento factorial 3 x 3 (tres grupos genéticos por tres períodos de registro).

II.3. Comparación de los cruzamientos experimentales a igual peso corporal

La eficiencia alimenticia (o la relación de conversión) y las variables que intervienen en su cálculo en los seis cruzamientos experimentales se evaluaron a igual peso corporal utilizando como covariable el peso corporal promedio correspondiente al período comprendido entre los 49 y los 63 días de edad.

RESULTADOS

II.1. Comparación a igual edad cronológica

II.1.1 Cruzamientos simples

La Tabla 18 resume la información correspondiente a los dos cruzamientos simples en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 18 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica			
Variable	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Aumento medio diario de peso (AMD)	41,5 a ± 1,81	42,6 a ± 1,60	43,7 a ± 1,57
Aumento medio diario relativo de peso (AMDr)	0,0223 a ± 0,0007	0,0224 a ± 0,0007	0,0217 a ± 0,0016
Consumo medio diario de alimento (CMD)	148,0 a ± 3,40	150,8 a ± 2,82	169,1 b ± 3,85
Consumo medio diario relativo de alimento (CMDr)	0,0801 a ± 0,0012	0,0793 a ± 0,0010	0,0808 a ± 0,0014
Eficiencia alimenticia (E) (AMD / CMD)	0,2781 a ± 0,0085	0,2815 a ± 0,0075	0,2576 a ± 0,0055
Relación de conversión (RC) (CMD / AMD)	3,68 a ± 0,123	3,61 a ± 0,094	3,93 a ± 0,085
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos para las variables medidas en el período total.			

Con respecto al período total (42-63 días) sólo se observó efecto del grupo genético sobre el CMD que fue mayor en Campero INTA, diferencia que se hace no significativa al relativizar el consumo por el peso promedio mantenido (CMDr) en el período.

II.1.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 19 resume la información correspondiente a los dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 19 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica

Variable	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Aumento medio diario de peso (AMD)	46,6 a ± 1,25	44,2 a ± 0,98	60,1 b ± 1,33
Aumento medio diario relativo de peso (AMDr)	0,0374 a ± 0,0006	0,0346 b ± 0,0005	0,0305 c ± 0,0004
Consumo medio diario de alimento (CMD)	112,5 a ± 2,75	107,9 a ± 1,93	161,4 b ± 3,42
Consumo medio diario relativo de alimento (CMDr)	0,0904 a ± 0,0018	0,0845 b ± 0,0011	0,0818 b ± 0,0010
Eficiencia alimenticia (E) (AMD / CMD)	0,4162 a ± 0,0086	0,4099 a ± 0,0062	0,3731 b ± 0,0048
Relación de conversión (RC) (CMD / AMD)	2,43 a ± 0,052	2,45 a ± 0,040	2,69 b ± 0,034
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos para las variables medidas en el período total.			

El genotipo de referencia mostró mayor AMD que los dos cruzamientos experimentales sin que se observaran diferencias estadísticamente significativas entre estos dos últimos. Casilda DT presentó el mayor AMDr, Campero INTA el menor y Casilda DM valores intermedios siendo las diferencias entre los tres estadísticamente significativas. El CMD de alimento presentó las mismas relaciones que el AMD de peso. A relativizar su valor por el peso promedio mantenido por las aves en el lapso considerado (CMDr) Casilda DT presentó el mayor valor promedio seguido de Casilda DM y Campero INTA sin diferencias significativas entre ellos. No se observaron diferencias en E (ni en RC) entre los cruzamientos experimentales pero ambos fueron significativamente más eficientes que Campero INTA requiriendo menor cantidad de alimento por cada kg de peso corporal producido (< RC).

II.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Tabla 20 resume la información correspondiente a los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en comparación con Campero INTA.

Los grupos genéticos involucrados en el análisis no se diferenciaron en forma significativa ni en su AMD ni en su AMDr.

Tabla N° 20 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia comparados a igual edad cronológica

Variable	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Aumento medio diario de peso (AMD)	46,7 a ± 1,88	43,3 a ± 2,08	49,9 a ± 1,89
Aumento medio diario relativo de peso (AMDr)	0,0218 a ± 0,0004	0,0222 a ± 0,0004	0,0214 a ± 0,0007
Consumo medio diario de alimento (CMD)	134,4 a ± 4,06	123,4 a ± 4,85	153,4 b ± 5,05
Consumo medio diario relativo de alimento (CMDr)	0,0631 a ± 0,0010	0,0640 a ± 0,0013	0,0655 a ± 0,0013
Eficiencia alimenticia (E) (AMD / CMD)	0,3470 a ± 0,0072	0,3487 a ± 0,0065	0,3254 a ± 0,0073
Relación de conversión (RC) (CMD / AMD)	2,92 ab ± 0,067	2,89 a ± 0,057	3,11 b ± 0,067
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos para las variables medidas en el período total.			

Si bien Campero INTA presentó mayor CMD que los dos cruzamientos experimentales dicha diferencia no fue significativa al relativizar dicho consumo al peso promedio de las aves de cada grupo durante el lapso comprendido entre los 42 y los 63 días de edad.

II.2. Interacción grupo genético por período de registro

II.2.1 Cruzamientos simples

La Tabla 21 resume la información correspondiente a los dos cruzamientos simples en comparación con Campero INTA.

La Tabla 22 muestra el significado de los efectos segregados en el experimento factorial.

El efecto del apareamiento fue significativo en todos los casos con excepción de la variable relación de conversión.

El efecto de la interacción genotipo por período de medición sobre algunas de las variables (AMDr, CMD y CMDr) relativizó la interpretación de los efectos de los factores principales.

Tabla N° 21 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres periodos semanales consecutivos de la etapa de terminación

Variable	Período	Grupo genético		
		Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Aumento medio diario de peso corporal (g)	42 – 49 días ^x	36,2 ± 1,05	39,3 ± 0,82	38,2 ± 1,68
	49 – 56 días ^y	59,2 ± 4,49	53,4 ± 2,53	56,8 ± 2,89
	56 – 63 días ^x	35,0 ± 2,05	35,1 ± 2,29	36,2 ± 2,29
Aumento medio diario relativo de peso corporal	42 – 49 días ^x	0,0240 ± 0,0007	0,0257 ± 0,0006	0,0223 ± 0,0010
	49 – 56 días ^y	0,0323 ± 0,0023	0,0280 ± 0,0012	0,0269 ± 0,0012
	56 – 63 días ^z	0,0158 ± 0,0008	0,0154 ± 0,0009	0,0147 ± 0,0009
Consumo medio diario de alimento (g)	42 – 49 días ^x	142,5 ± 3,20	149,8 ± 3,06	160,8 ± 3,37
	49 – 56 días ^x	143,8 ± 4,23	147,0 ± 3,11	164,7 ± 4,96
	56 – 63 días ^y	156,2 ± 4,74	155,6 ± 3,65	182,1 ± 5,10
Consumo medio diario relativo de alimento	42 – 49 días ^x	0,0947 ± 0,0019	0,0975 ± 0,0013	0,0942 ± 0,0020
	49 – 56 días ^y	0,0790 ± 0,0018	0,0772 ± 0,0014	0,0784 ± 0,0018
	56 – 63 días ^z	0,0710 ± 0,0013	0,0688 ± 0,0010	0,0737 ± 0,0015
Eficiencia alimenticia	42 – 49 días ^x	0,2546 ± 0,0068	0,2637 ± 0,0053	0,2358 ± 0,0083
	49 – 56 días ^y	0,4079 ± 0,0267	0,3616 ± 0,0126	0,3421 ± 0,0109
	56 – 63 días ^z	0,2210 ± 0,0090	0,2226 ± 0,0115	0,1994 ± 0,0115
Relación de conversión	42 – 49 días ^x	3,99 ± 0,103	3,83 ± 0,074	4,41 ± 0,207
	49 – 56 días ^y	2,74 ± 0,201	2,87 ± 0,128	2,99 ± 0,089
	56 – 63 días ^z	4,71 ± 0,197	4,76 ± 0,227	5,44 ± 0,319
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar				
Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético				
x, y, z Valores con diferente superíndice difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre periodos				

Tabla N° 22 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Período	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
AMD	F = 0,101 P = 0,905	F = 90,1 P < 0,0001	F = 1,131 P = 0,345	F = 2,084 P < 0,0001
AMDr	F = 3,259 P = 0,0442	F = 130,9 P < 0,0001	F = 2,478 P = 0,0467	F = 1,589 P = 0,0098
CMD	F = 11,95 P < 0,0001	F = 25,0 P < 0,0001	F = 2,162 P = 0,0104	F = 4,938 P < 0,0001
CMDr	F = 0,1366 P = 0,8726	F = 332,0 P < 0,0001	F = 3,323 P = 0,0123	F = 3,381 P < 0,0001
E	F = 4,872 P = 0,0104	F = 136,1 P < 0,0001	F = 1,830 P = 0,1262	F = 1,362 P = 0,0599
RC	F = 5,260 P = 0,0074	F = 104,2 P < 0,0001	F = 0,8852 P = 0,4745	F = 1,275 P = 0,1106

El significado del efecto período sobre la eficiencia alimenticia (y sobre la relación de conversión) se explica por un aumento de E (y una disminución de RC) en el segundo período con respecto al primero y una disminución en E (y un aumento en RC) en el tercer período en coincidencia con lo observado en el AMD.

El significado del efecto genotipo sobre AMDr y E se deben a diferencias entre Casilda CP y Campero INTA, mientras que el significado sobre CMD y RC es atribuible a que ambos cruzamientos simples difieren del grupo de referencia.

La Figura 22 resume el comportamiento de las seis variables en los dos cruzamientos simples y en el genotipo de referencia, en cada uno de los tres períodos.

II.2.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 20 resume la información correspondiente a los dos cruzamientos experimentales de tres vías en comparación con el genotipo de referencia.

El efecto del apareamiento sólo resultó significativo en el caso de las variables componentes de la eficiencia relativizadas por el peso corporal (AMDr y CMDr). Por el contrario, el efecto de la interacción fue significativo para todas las variables a excepción del CMDr.

Si bien relativizados por el efecto de la interacción, el efecto del período no fue significativo sólo en el caso del AMDr mientras que se observó un efecto significativo del genotipo para todas las variables incluidas en el análisis. En comparación con los cruzamientos experimentales de tres vías, Campero INTA presentó mayor AMD, menor AMDr, mayor CMD y menor CMDr los que al vincularse en los dos cocientes que definen el valor de la eficiencia alimenticia y su inversa, la relación de conversión, se tradujeron en menor valor promedio en el primero de ellos ($<E$) y, consecuentemente, en mayor valor promedio en el segundo ($>RC$).

La Tabla 21 muestra el significado de los efectos segregados en el experimento factorial.

La Figura 23 resume el comportamiento de las seis variables en los dos cruzamientos experimentales de tres vías y en el genotipo de referencia, en cada uno de los tres períodos.

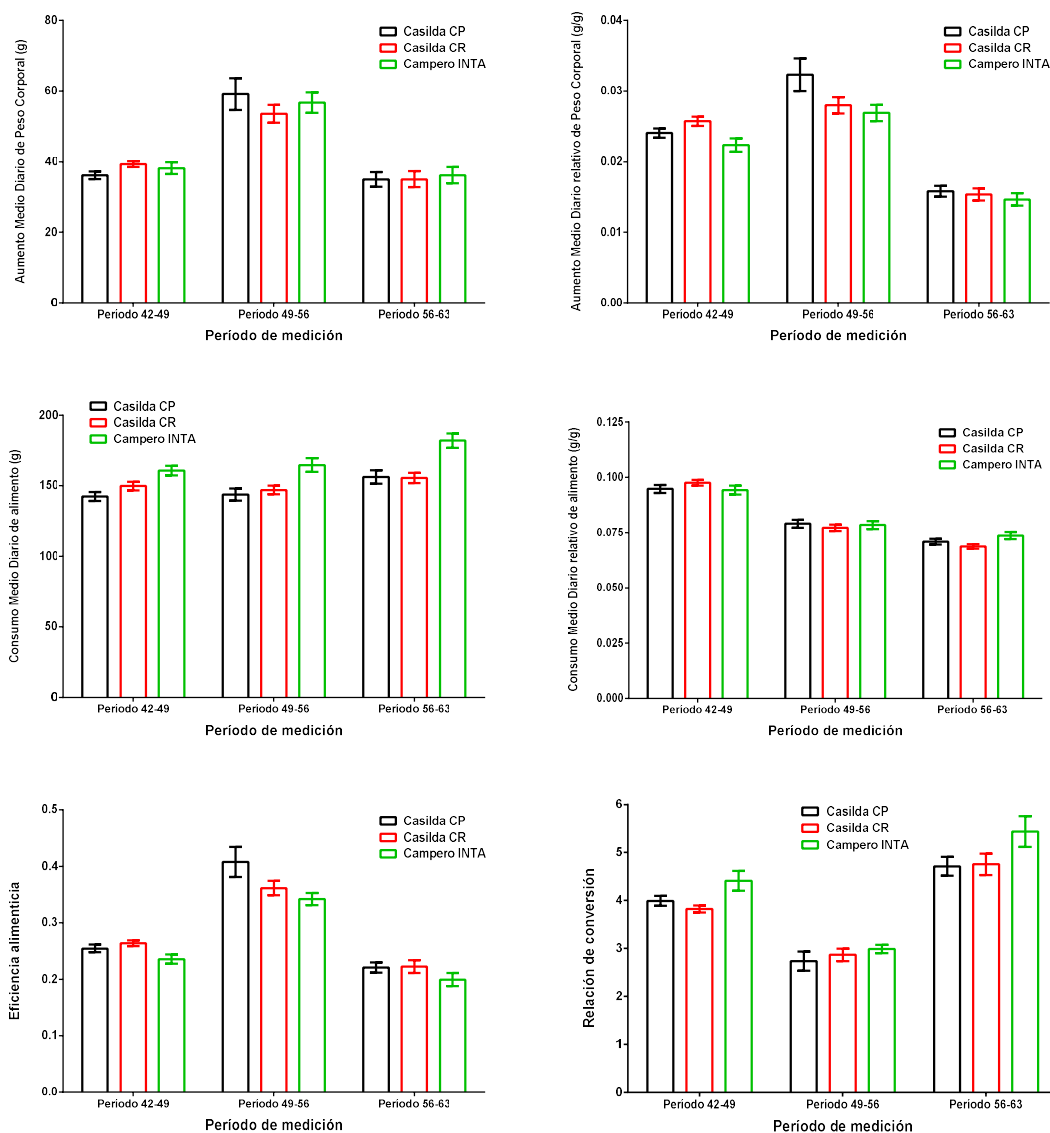


Figura 22 – Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos del ciclo productivo

Tabla N° 20 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Variable	Período	Grupo genético		
		Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Aumento medio diario de peso corporal (g)	42 – 49 días ^x	36,3 ± 1,08	35,8 ± 1,29	60,5 ± 1,43
	49 – 56 días ^y	51,0 ± 2,74	46,8 ± 1,95	64,6 ± 3,13
	56 – 63 días ^z	64,0 ± 3,29	62,3 ± 2,47	58,1 ± 3,10
Aumento medio diario relativo de peso corporal	42 – 49 días ^x	0,0373 ± 0,0008	0,0349 ± 0,0009	0,0376 ± 0,0007
	49 – 56 días ^x	0,0411 ± 0,0016	0,0371 ± 0,0014	0,0329 ± 0,0017
	56 – 63 días ^x	0,0415 ± 0,0021	0,0404 ± 0,0018	0,0247 ± 0,0012
Consumo medio diario de alimento (g)	42 – 49 días ^x	104,9 ± 2,27	105,0 ± 2,18	154,8 ± 3,26
	49 – 56 días ^y	121,4 ± 2,64	116,8 ± 2,20	170,3 ± 3,88
	56 – 63 días ^y	133,5 ± 5,06	122,2 ± 3,13	160,7 ± 4,48
Consumo medio diario relativo de alimento	42 – 49 días ^x	0,1083 ± 0,0022	0,1031 ± 0,0019	0,0962 ± 0,0013
	49 – 56 días ^y	0,0992 ± 0,0023	0,0927 ± 0,0013	0,0864 ± 0,0012
	56 – 63 días ^z	0,0864 ± 0,0024	0,0789 ± 0,0018	0,0686 ± 0,0014
Eficiencia alimenticia	42 – 49 días ^x	0,3470 ± 0,0088	0,3421 ± 0,0115	0,3914 ± 0,0068
	49 – 56 días ^y	0,4214 ± 0,0210	0,4016 ± 0,0156	0,3814 ± 0,0190
	56 – 63 días ^z	0,4888 ± 0,0274	0,5172 ± 0,0245	0,3612 ± 0,0175
Relación de conversión	42 – 49 días ^x	2,93 ± 0,080	3,01 ± 0,116	2,57 ± 0,043
	49 – 56 días ^y	2,52 ± 0,133	2,62 ± 0,142	2,73 ± 0,096
	56 – 63 días ^z	2,20 ± 0,126	2,03 ± 0,088	3,01 ± 0,234

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético

x, y, z Valores con diferente superíndice difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre períodos

Tabla N° 21 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Período	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
AMD	F = 26,0 P < 0,0001	F = 37,1 P < 0,0001	F = 12,7 P < 0,0001	F = 0,876 P = 0,732
AMDr	F = 56,0 P < 0,0001	F = 0,705 P = 0,496	F = 2,478 P = 0,0467	F = 1,589 P = 0,0098
CMD	F = 78,2 P < 0,0001	F = 61,0 P < 0,0001	F = 10,5 P < 0,0001	F = 0,371 P = 0,999
CMDr	F = 24,6 P < 0,0001	F = 254,0 P < 0,0001	F = 1,440 P = 0,223	F = 3,426 P < 0,0001
E	F = 8,851 P = 0,0004	F = 17,4 P < 0,0001	F = 7,96 P < 0,0001	F = 4,974 P = 0,999
RC	F = 4,611 P = 0,0131	F = 7,000 P = 0,0013	F = 7,525 P < 0,0001	F = 0,532 P = 0,998

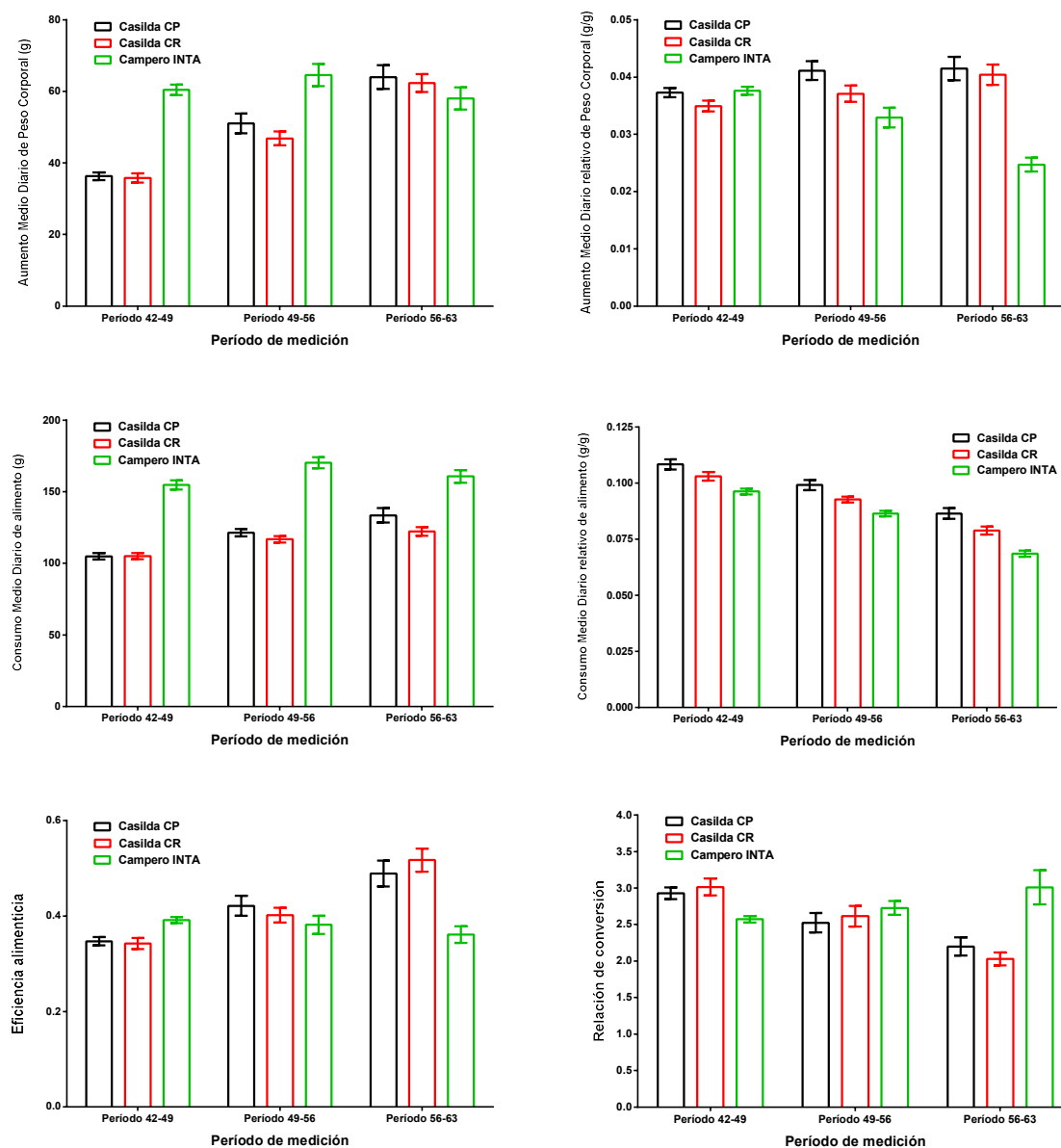


Figura 23 – Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres periodos del ciclo productivo

II.2.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Tabla 22 resume la información correspondiente a la comparación de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR entre sí y con el genotipo de referencia.

Tabla N° 22 - Eficiencia alimenticia y variables asociadas en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia				
Variable	Período	Grupo genético		
		Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Aumento medio diario de peso corporal (g)	42 – 49 días ^x	47,9 ± 2,43	39,3 ± 2,57	43,4 ± 2,13
	49 – 56 días ^y	45,9 ± 2,02	45,9 ± 2,61	50,8 ± 1,76
	56 – 63 días ^y	52,4 ± 2,69	44,8 ± 2,34	53,3 ± 1,95
Aumento medio diario relativo de peso corporal	42 – 49 días ^x	0,0306 ± 0,0009	0,0259 ± 0,0008	0,0233 ± 0,0009
	49 – 56 días ^y	0,0212 ± 0,0007	0,0237 ± 0,0007	0,0219 ± 0,0007
	56 – 63 días ^z	0,0193 ± 0,0006	0,0187 ± 0,0007	0,0186 ± 0,0006
Consumo medio diario de alimento (g)	42 – 49 días ^x	99,9 ± 3,52	89,6 ± 4,61	116,5 ± 4,47
	49 – 56 días ^y	132,0 ± 4,32	122,6 ± 4,80	147,5 ± 4,84
	56 – 63 días ^z	147,2 ± 4,60	138,8 ± 4,26	173,4 ± 9,05
Consumo medio diario relativo de alimento	42 – 49 días ^x	0,0644 ± 0,0012	0,0605 ± 0,0018	0,0625 ± 0,0012
	49 – 56 días ^x	0,0613 ± 0,0013	0,0641 ± 0,0016	0,0633 ± 0,0016
	56 – 63 días ^y	0,0549 ± 0,0009	0,0592 ± 0,0025	0,0597 ± 0,0020
Eficiencia alimenticia	42 – 49 días ^x	0,4789 ± 0,0164	0,4347 ± 0,0155	0,3745 ± 0,0150
	49 – 56 días ^y	0,3487 ± 0,0120	0,3738 ± 0,0122	0,3452 ± 0,0075
	56 – 63 días ^z	0,3544 ± 0,0129	0,3227 ± 0,0132	0,3149 ± 0,0109
Relación de conversión	42 – 49 días ^x	2,15 ± 0,078	2,38 ± 0,101	2,79 ± 0,126
	49 – 56 días ^y	2,97 ± 0,129	2,74 ± 0,081	2,93 ± 0,061
	56 – 63 días ^z	2,92 ± 0,114	3,27 ± 0,192	3,29 ± 0,138
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar				
Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético				
x, y, z Valores con diferente superíndice difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre períodos				

El significado de los efectos segregados en el experimento factorial se muestra en la Tabla 23.

El efecto del apareamiento de los datos no fue significativo para las variables aumento medio diario de peso relativo (AMDr) y relación de conversión. El consumo medio diario de alimento (CMD) fue la única variable para la que no se constató efecto significativo de la interacción grupo genético por período. Una vez más el significado del efecto de la interacción relativiza el alcance de los significados estadísticos observados sobre los factores principales. El efecto del período de control fue significativo para todas las variables mientras que el efecto genotipo lo fue sobre todas excepto el consumo medio diario de alimento (CMD).

Tabla N° 23 - Significado de los efectos evaluados sobre la eficiencia alimenticia y variables relacionadas con su cálculo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Período	Efecto Interacción	Apareamiento
AMD	F = 2,897 P = 0,062	F = 13,2 P < 0,0001	F = 3,287 P = 0,013	F = 4,256 P < 0,0001
AMDr	F = 7,593 P = 0,010	F = 85,7 P < 0,0001	F = 10,48 P < 0,0001	F = 1,179 P = 0,202
CMD	F = 10,63 P < 0,0001	F = 212 P < 0,0001	F = 1,016 P = 0,361	F = 6,466 P < 0,0001
CMDr	F = 0,534 P = 0,589	F = 11,1 P < 0,0001	F = 2,713 P = 0,032	F = 2,000 P = 0,0002
E	F = 8,799 P = 0,0004	F = 52,2 P < 0,0001	F = 5,160 P = 0,0006	F = 1,403 P = 0,044
RC	F = 4,686 P = 0,0122	F = 30,5 P < 0,0001	F = 3,241 P = 0,014	F = 1,295 P = 0,096

La Figura 24 resume el comportamiento de las seis variables en los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR y en el genotipo de referencia, en cada uno de los tres períodos.

II.3. Comparación de los cruzamientos experimentales a igual peso corporal

En la Tabla 24 se presentan los valores del peso corporal promedio de los seis cruzamientos experimentales, así como los valores de la eficiencia alimenticia, la relación de conversión y las variables que intervienen en el cálculo de ambas, todos ellos ajustados a un peso corporal común.

Las aves de ambos cruzamientos recíprocos presentaron el mayor peso corporal promedio para el lapso estudiado sin diferenciarse entre ellas, seguidas de los cruzamientos simples que no mostraron diferencias para esta variable ni entre ellos ni con Caseros II. Los cruzamientos de tres vías presentaron el menor peso promedio en el período sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos, pero sí con respecto a los cuatro grupos genéticos restantes.

Comparados a un peso corporal común Campero Doña Teresa y Campero Don Manuel presentaron el mayor aumento medio diario de peso, un consumo medio diario de alimento intermedio al de los híbridos simples (si bien Casilda DT no se diferenció significativamente de ellos) y al de los cruzamientos recíprocos entre ellos, la mayor eficiencia alimenticia y, por ende, la menor relación de conversión corregida.

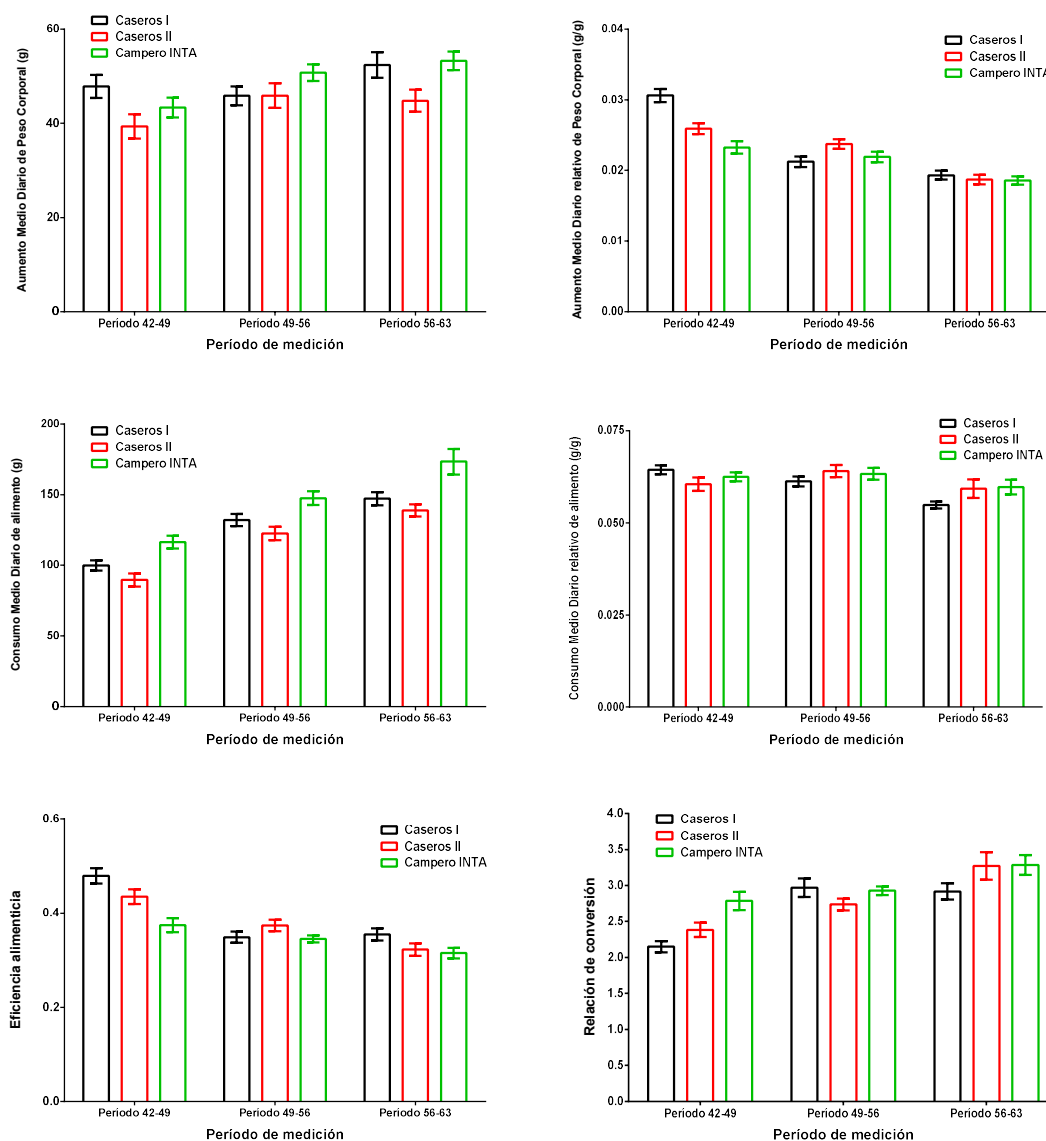


Figura 24 – Eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas con su cálculo en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres períodos del ciclo productivo

Tabla N° 24 – Valores de eficiencia alimenticia, relación de conversión y variables asociadas a su cálculo, ajustados a un peso corporal común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Variable	Cruzamientos simples		Cruzamientos de tres vías		Cruzamientos recíprocos	
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Peso observado	1847 a ± 32,6	1904 a ± 34,1	1250 b ± 29,0	1279 b ± 22,7	2145 c ± 76,0	2003 ac ± 95,0
AMD (g)	39,04 a ± 1,099	38,92 a ± 1,118	57,57 b ± 1,345	54,46 b ± 1,318	37,64 a ± 1,272	37,42 a ± 1,167
CMD (g)	142,7 a ± 2,17	142,7 a ± 2,21	136,2 ab ± 2,66	130,2 b ± 2,61	114,6 c ± 2,51	110,6 c ± 2,31
E	0,2733 a ± 0,0072	0,2742 a ± 0,0073	0,4376 b ± 0,0086	0,4301 b ± 0,0088	0,3291 c ± 0,0083	0,3370 c ± 0,0076
RC	3,73 a ± 0,075	3,68 a ± 0,076	2,22 b ± 0,092	2,26 b ± 0,090	3,09 c ± 0,087	3,00 c ± 0,080
Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05						

La Tabla 25 resume el comportamiento de la eficiencia de conversión de alimento y las variables asociadas a su cálculo en los seis grupos experimentales evaluados entre los 42 y 63 días y corregidos a un peso corporal común. En todos los casos se asignó valor 100 al grupo genético de mayor valor de la variable y los valores correspondientes a los restantes grupos se relativizaron a dicho valor máximo. La Figura 25 describe esquemáticamente dicho comportamiento.

Tabla N° 25 - Comportamiento relativo del peso corporal observado y de la eficiencia alimenticia (o relación de conversión) y las variables que intervienen en su cálculo ajustadas a un peso común para el período comprendido entre los 49 y los 63 días de edad, relativizados al valor máximo de cada variable, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

Grupo genético	Variable				
	Peso corporal	AMD	CMD	Eficiencia alimenticia	Relación de Conversión
Casilda CP	86,0	67,8	100	62,5	100
Casilda CR	88,8	67,6	100	62,7	98,7
Casilda DT	58,3	100	95,4	100	59,5
Casilda DM	59,6	94,6	91,2	98,3	60,6
Caseros I	100	65,4	80,3	75,2	82,8
Caseros II	93,4	65,0	77,5	77,0	80,4

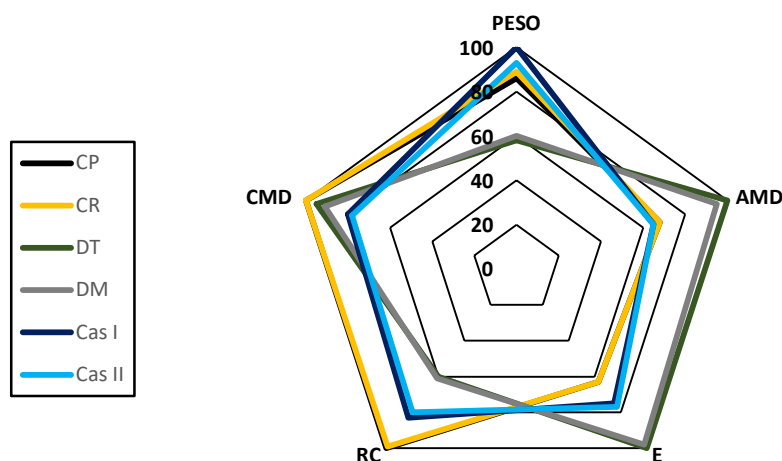


Figura 25 – Comportamiento relativo de la eficiencia alimenticia, la relación de conversión y las variables que intervienen en su cálculo en relación al peso corporal promedio en el lapso estudiado, en seis cruzamientos experimentales de pollos camperos

El vértice superior muestra las diferencias en el peso promedio observado en el período. La mayor eficiencia alimenticia de los cruzamientos de tres vías (vértice inferior derecho) se asocia con su mayor AMD (vértice lateral derecho) mientras que la elevada relación de conversión de los cruzamientos simples (vértice inferior izquierdo) se vincula con su elevado CMD.

CAPÍTULO III

Conformación corporal

INTRODUCCIÓN

Además de la ineludible evaluación de su desempeño productivo específico (ganancia de peso, producción de leche, de huevos, de lana, etc.), la caracterización de una especie ganadera de interés comercial implica otros aspectos entre los que pueden mencionarse el estudio de su conformación corporal (Ibe, 1989). Tanto el registro de diversas medidas corporales como el cálculo de índices zoométricos que las relacionan son de uso habitual para describir y caracterizar a las especies domésticas de interés productivo (Bedotti *et al.*, 2004; Bravo y Sepúlveda, 2010; Contreras *et al.*, 2011.; Gómez *et al.*, 2012; Martínez *et al.*, 2007). En el contexto de esta última afirmación, la evaluación conjunta del peso corporal y de una variada gama de medidas lineales vinculadas con la conformación es de uso frecuente en los países en desarrollo preocupados por la carencia de fuentes accesibles de proteína animal para la población nativa, con la finalidad de caracterizar tanto a las razas locales de aves como a las poblaciones exóticas introducidas y generar información útil en relación a caracteres fenotípicos y morfométricos de importancia en la conservación de ecotipos (Adeleke *et al.*, 2011; Amao *et al.*, 2010; Mishra *et al.*, 2006; Ogah, 2011; Singh y Jilani, 2005; Singh *et al.*, 2008; Tabassum *et al.*, 2014).

Si bien en el ámbito de la producción animal, el término conformación corporal suele ser empleado erróneamente para describir la cantidad y la distribución de la masa muscular, el mismo hace referencia al sistema esquelético de las aves (Carden *et al.*, 1978) como base de sustentación de los tejidos blandos. En el caso particular de las aves destinadas a la producción de carne, la conformación del cuerpo se asocia con caracteres productivos tales como la proporción de cortes valiosos y el rendimiento de la carcasa. En este tipo de aves se considera ventajosa una conformación corporal rectangular, con una longitud, un ancho y una profundidad bien balanceados (North, 1986). El pollo para carne propio de la avicultura industrial, conocido familiarmente como pollo parrillero o broiler, es un tipo de ave que se caracteriza por presentar, además de una rápida velocidad de crecimiento, una conformación "redondeada", diferente de la que tienen, por ejemplo, las poblaciones de aves para postura.

Pese a la importancia que se le ha asignado habitualmente a la conformación de los animales, asociada al tipo de producción a la que son destinados, los criterios de mejoramiento aplicados en las poblaciones de reproductores pesados utilizados en la producción del pollo parrillero comercial se caracterizaron, durante mucho tiempo, por ejercer prácticamente toda la presión selectiva directa sobre el carácter ganancia diaria de peso. Esa intensa selección

aplicada por velocidad de crecimiento adelantó notablemente la edad de faena, mejoró la conversión alimenticia pero también ocasionó numerosas complicaciones que afectaron la salud y el bienestar de las aves (Chambers, 1990; Reddy, 1996; Lilburn, 1994; Julian, 1998). Ante la evidencia de estas respuestas correlacionadas indeseables que acompañaron a la selección por peso corporal, se comenzó a aminorar la exagerada carrera emprendida en los planes de mejoramiento por tasa de crecimiento y, progresivamente, se fueron incorporando nuevos criterios vinculados con objetivos tales como la reducción de la incidencia de problemas no sólo de base metabólica sino también de naturaleza locomotora vinculados principalmente con procesos de discondroplasia tibial (McKay *et al.*, 2000) relacionados con la base ósea de sustentación de la biomasa global. Sumado a ello, el avance en la comercialización de las aves de carne por cortes con diferente valor de comercialización, también contribuyó a modificar gradualmente los clásicos criterios de selección aplicados y a asignar importancia a la conformación carnífera y a los componentes de la carcasa (Ricard, 1974; Ewart, 1993).

La inclusión en los programas de mejoramiento avícola de caracteres tales como el peso y la proporción del muslo y de la pechuga se enfrenta con la imposibilidad de obtener mediciones directas de los mismos ya que tal registro requiere del sacrificio de las aves evaluadas. Para superar esta restricción metodológica se comenzaron a ensayar alternativas de selección indirecta buscando caracteres que fuesen fácilmente medibles en el animal vivo, que a su vez estuvieran altamente correlacionados con el carácter de interés y que presentaran valores de los parámetros genéticos asociados que hicieran factible su mejoramiento por selección. Estas mediciones indirectas aportarían información sobre caracteres de la carcasa de las aves sin necesidad de sacrificarlas por lo que serían de utilidad para la selección de candidatos en un programa de mejoramiento.

Se ha informado que algunos caracteres de conformación tales como longitud de la caña, la longitud de la quilla o la longitud y el ancho de la pechuga representan buenos indicadores *in vivo* del crecimiento corporal por lo que podría pensarse en desarrollar una adecuada combinación de peso y conformación corporal a ser utilizada como criterio en los programas de mejoramiento (Edwards, 2000; Melo *et al.*, 2001; Yahaya *et al.*, 2012). En este sentido, Grashorn (1986) informó, en patos, valores de correlación genética positiva ($r = 0,62$) entre el espesor del músculo de la pechuga y su peso a la faena, relación posteriormente confirmada en otras especies como pollos y gansos (Ryemkiewicz *et al.*, 1999). Del mismo modo, la longitud de la quilla presentó una elevada correlación fenotípica con el peso de la pechuga ($r = 0,80$) en

poblaciones comerciales de pollos y patos (Ryemkiewics *et al.*, 1999; Bochno, 2000). Fayeye *et al.* (2014) haciendo uso de diferentes medidas morfométricas caracterizaron ecotipos de aves de ambos sexos. Las correlaciones obtenidas entre dichas mediciones y el peso corporal de las aves estudiadas pusieron en evidencia no sólo efectos significativos del genotipo y del sexo sino también interacciones entre ambos resultando la longitud corporal y la longitud de la cresta, los mejores predictores de dicho peso.

En relación a la pechuga, uno de los cortes de mayor valor comercial, existen una serie de mediciones de fácil determinación en el animal vivo así como también otras más sofisticadas basadas en ultrasonido (Vangen and Skjervold, 1981; Grashorn, 1996; Young *et al.*, 1996). Entre las primeras, se han propuesto, para predecir su peso a la faena, la longitud y el ancho de la misma medidos *in vivo* (Melo *et al.*, 2001). El largo de la pechuga muestra valores de heredabilidad que oscilan entre 0,30 y 0,40 y que explican la buena repuesta observada a la selección masal aplicada sobre el carácter (Mishra *et al.*, 1996). Las correlaciones disponibles entre las mediciones efectuadas con calibre sobre el animal vivo y el peso de la pechuga en la carcasa, indican que el largo de la pechuga sería un mejor estimador (Bochno *et al.*, 1998, 2000) que el ancho de la misma (Pym *et al.*, 1998). No obstante, la inclusión de determinaciones de la pechuga como criterio selectivo debe, a su vez, considerar que el carácter a seleccionar debería ser la proporción de ese corte y no su peso, ya que la primera está correlacionada en forma negativa mientras que el peso está correlacionado en forma positiva con la cantidad de grasa abdominal (Le Bihan-Duval *et al.*, 1998).

Se ha informado (Moran, 1977; Crouch *et al.*, 2000) que la selección por peso corporal produce como respuesta correlacionada un aumento en la proporción de carne de pechuga y que la deposición de carne de pechuga aumenta progresivamente con la edad del ave. Latshaw y Bishop (2001) utilizaron ecuaciones de regresión lineal múltiple para estimar el peso corporal y la composición corporal en aves a partir de mediciones efectuadas con métodos no invasivos e informaron que el ancho de la pelvis era la mejor opción a utilizar como única medida para estimar el peso corporal y que dicha estimación mejoraba si se incluían en el modelo la circunferencia de la pelvis y el ancho de la pechuga. Zherendaran *et al.*, (2005) compararon resultados provenientes de simulaciones basadas en la selección de candidatos en base a mediciones directas e indirectas relacionadas con caracteres a la faena, obteniendo interesantes avances en relación a respuestas a la selección. Melo (2001) trabajando en sistemas de cría semi-intensiva con pollos Campero INTA, concluyó que la utilización de ecuaciones de

regresión para la predicción del peso de la pechuga utilizando en el modelo el peso vivo y la longitud de la pechuga medida con calibre parecería ser lo más recomendable dada su precisión y bajo costo. Udeh *et al.*, (2011a) caracterizaron aves autóctonas en áreas rurales de Nigeria y evaluaron la capacidad predictiva de algunas mediciones corporales sobre el peso corporal de las aves y confirmaron que algunas de las variables evaluadas podían ser empleadas como estimadores del peso corporal en coincidencia con estudios previos realizados en otras poblaciones comerciales (Akanno *et al.*, 2007). Resultados similares fueron informados por Ukwu *et al.* (2014) en relación a la potencialidad de ciertas medidas corporales para ser incorporadas como criterios selectivos en programas de mejoramiento en poblaciones rurales autóctonas. El interés puesto en la búsqueda de indicadores de fácil determinación tendientes a identificar aves con mayor potencialidad productiva en países en desarrollo en los que la avicultura de traspatio basada en la explotación de razas autóctonas desempeña un rol fundamental en el aporte de proteína de calidad a la dieta de la población rural permitió identificar un efecto beneficioso del gen recesivo “spur”, responsable del desarrollo del espolón, sobre el peso corporal y diversas medidas lineales de conformación tales como la longitud corporal y la circunferencia corporal y el largo y el ancho de la caña (Egena *et al.*, 2011).

Tomando en consideración que la conformación es un carácter complejo cuya caracterización requiere del registro de múltiples indicadores, además de la caracterización univariada de la conformación corporal diversos autores han utilizado con tal finalidad herramientas de análisis multivariado (Ibe, 1989; Yakubu *et al.*, 2009; Udeh y Ogbu, 2011b; Egena *et al.*, 2014) y postulado la posibilidad de utilizar algunas de las componentes con mayor poder explicativo como criterios de selección para mejorar el tamaño corporal de los pollos de carne.

En el marco de sistemas productivos que demandan un tipo de ave con menor velocidad de crecimiento que la perseguida en la avicultura industrial, el pollo Campero INTA (Bonino, 1997; Bonino y Canet, 1999) es un ave rústica que no manifiesta los desórdenes vinculados con la salud esquelética y metabólica descritos en el caso del broiler comercial (Dottavio y Di Masso, 2010). En comparación con la estructura corporal compacta antes comentada reconocible en los parrilleros comerciales, el pollo campero, si bien conserva un buen desarrollo de la pechuga, presenta un fenotipo más estilizado. Los aspectos vinculados con la conformación corporal de este tipo particular de aves de carne han sido ampliamente caracterizados en el marco de estudios del desempeño de diferentes genotipos experimentales

destinados a generar poblaciones experimentales alternativas a la versión tradicional de pollos Campero INTA. Faletti *et al.* (2003) evaluaron la utilidad de diferentes estimadores potenciales del peso de la pechuga a la faena en machos y hembras de tres genotipos de pollo campero y propusieron que la superficie de la pechuga -calculada en base a mediciones de la longitud y el ancho de ese corte- presentaría la ventaja de una mayor constancia en sus valores como resultado de combinar el valor predictivo de los dos componentes de su fórmula. En estudios posteriores (Librera *et al.*, 2003; Dottavio *et al.*, 2004 y Romera *et al.*, 2006) estudiaron el efecto del genotipo sobre las relaciones entre la conformación y el peso corporal temprano y próximo a la faena en poblaciones experimentales de pollo campero con aporte de raza Cornish en su constitución y concluyeron que, pese a la correlación positiva observada entre las dimensiones del esqueleto y el peso corporal, estas dos variables mostraron cierto grado de independencia genética que sería responsable, al menos en parte, de la ruptura del equilibrio biomasa-base de sustentación ósea observada en los pollos parrilleros comerciales (Bessei, 2006; Druyan *et al.*, 2007). Librera *et al.* (2005) caracterizaron la conformación corporal de cruzamientos experimentales de pollo campero mediante una serie de estimadores registrados *in vivo* a la misma edad cronológica e informaron que las diferencias de conformación observadas entre los genotipos podían ser atribuidas a diferencias en su peso corporal. La caracterización de la conformación corporal temprana de poblaciones de aves camperas mediante cuatro índices zoométricos (Dottavio *et al.*, 2010) que relativizan las medidas lineales dentro de individuo (Amoroto *et al.*, 2010, 2011, 2012) confirmaron el fenotipo “afaizanado” de estas aves de crecimiento más lento que las líneas comerciales. Romera (2013) caracterizó en forma uni y multivariada, la conformación corporal a la faena de machos y hembras de cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero en comparación con la de un híbrido comercial, informando que las aves camperas fueron fácilmente diferenciables de los híbridos industriales y que pese a las diferencias en conformación corporal, presentan rendimientos a la faena y proporciones de cortes valiosos compatibles con la finalidad productiva perseguida. La evidencia generada a partir de los estudios ya citados y la proveniente de la evaluación de otros cruzamientos experimentales (Advínculo *et al.* 2011a, 2011b; Dottavio *et al.* 2012; Lagostena *et al.*, 2012; Canet *et al.*, 2014) confirmaron que las diferentes alternativas ensayadas para la generación de pollos camperos, pese a su condición de aves más longilíneas, con patas más largas y cuerpo más estilizado, lo que las hace fácilmente identificables y diferenciables de los

híbridos industriales, no implicaría pérdida de su aptitud como productoras de carne dando lugar a un producto con un buen desarrollo de los músculos de la pechuga y de los muslos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron 35 machos de cada grupo genético en base a dos criterios:

(1) a igual edad cronológica en tres momentos del ciclo de recría y terminación (42, 56 y 70 días), y

(2) al peso objetivo de faena (peso corporal promedio = 2500 g).

En la evaluación de los cruzamientos de tres vías no se dispuso de datos del grupo de referencia Campero INTA para la tercera de las edades mencionadas (70 días) debido a que el mismo mostró una tasa de crecimiento inusualmente elevada que determinó que alcanzara el peso objetivo de faena a los 63 días de edad. Por esta razón, el análisis a igual edad cronológica (criterio 1) sólo incluyó datos de los tres genotipos correspondientes a las dos primeras edades (42 y 56 días) mientras que la comparación a los 70 días se restringió a los dos cruzamientos experimentales (Casilda DT y Casilda DM).

En cada una de las aves y en cada uno de los momentos mencionados se registró (Latshaw y Bishop, 2001):

- el peso corporal (g),
- la longitud de la tibia (cm)
- la longitud de la caña (cm)
- la longitud de la pechuga (distancia en cm entre el vértice de la quilla del esternón y el sitio de unión de las clavículas)
- el ancho de la pechuga (ancho del tórax, en cm, a la altura de la unión de las clavículas) (Mallo *et al.*, 1999)
- la longitud dorsal parcial (distancia, en cm, tomada en su inicio a la altura del húmero y en su porción final a la altura del fémur)
- el ancho dorsal inter-húmeros (distancia en cm entre húmeros)
- el ancho dorsal inter-fémures (distancia en cm entre fémures) y
- la circunferencia corporal (longitud, en cm, a nivel de la porción anterior del borde del esternón, pasando por debajo de las alas y por delante de las patas).

La longitud de la tibia, la longitud de la caña, la longitud de la pechuga y el ancho de la pechuga se registraron con calibre. Para las mediciones lineales restantes se utilizó una cinta métrica.

A partir de la información precedente, para cada ave, de cada grupo genético, se calculó:

- la superficie de la pechuga $[(\text{ancho de la pechuga} \times \text{longitud de la pechuga}) / 2]$ en cm^2 (Faletti *et al.*, 2002), y

- los siguientes cuatro índices zoométricos de conformación (Dottavio *et al.*, 2010):

- Índice 1 (I1) - longitud de la tibia / longitud de la caña

La longitud de la caña ha sido propuesta y utilizada como indicador del desarrollo esquelético de las aves (Jaap, 1937; Lerner, 1937; Raggi *et al.*, 2009). La tibia forma parte de la base ósea del muslo, uno de los cortes de valor carnicero. A mayor valor de este índice mayor base de sustentación ósea de dicho corte por unidad de longitud de la caña.

- Índice 2 (I2) - longitud de la pechuga / ancho de la pechuga

Un valor igual a 1 indica pechugas cuadradas (igual largo y ancho); un valor > 1 indica pechugas alargadas (más largas que anchas) y un valor < 1 indica pechugas anchas.

- Índice 3 (I3) - ancho entre húmeros / ancho entre fémures

Este índice representa un indicador de la conformación del ave vista desde arriba.

Un valor igual a 1 indica un ave rectangular.

Un valor > 1 indica un ave con cuerpo más ancho en la parte delantera que trasera, es decir, un ave que se afina hacia caudal.

Un valor < 1 indica un ave con cuerpo más angosto en la parte delantera que trasera, es decir, un ave que se ensancha hacia caudal.

- Índice 4 (I4) - circunferencia corporal / longitud dorsal

Este índice representa un indicador de la conformación volumétrica del ave.

Un valor igual a 1 indica un ave rectangular

Un valor > 1 indica un ave de cuerpo voluminoso / compacto

Un valor < 1 indica un ave de cuerpo estilizado / alargado

Las fotografías que se incluyen en la página siguiente muestran el registro de las medidas lineales de conformación en un ave en particular.



Análisis estadístico

III.1. Análisis univariado (Sheskin, 2011)

Para cada tipo de cruzamiento [cruzamientos simples (Casilda CP y Casilda CR), cruzamientos de tres vías (Casilda DT y Casilda DM) y cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples (Caseros I y Caseros II) y el grupo testigo contemporáneo (Campero INTA)]:

III.1.1 Comparación a igual edad cronológica

El efecto del grupo genético, de la edad de registro (42, 56 y 70 días) y de la correspondiente interacción simple entre ambos sobre el peso corporal, las ocho medidas lineales de conformación, la superficie de la pechuga y los cuatro índices de conformación corporal, se evaluó con un análisis de la variancia para medidas repetidas correspondiente a un experimento factorial 3x3 (tres grupos genéticos por tres períodos de registro) o 3x2 (dos edades de registro: 42 y 56 días) en el caso de los cruzamientos experimentales de tres vías.

III.1.2. Comparación a igual peso pre-faena

Las medidas lineales de conformación, la superficie de la pechuga y los índices zoométricos de conformación correspondientes a cada una de las tres modalidades de cruzamientos y a su grupo testigo contemporáneo, determinados en el día previo a la faena, se evaluaron a igual peso corporal utilizando como co-variable el peso corporal pre-faena.

III.2. Análisis multivariado (Carrasco y Hernán, 1993)

III.2.1. Análisis de componentes principales

Las medidas morfométricas lineales pre-faena -longitud de caña y tibia, longitud y ancho de la pechuga, longitud dorsal, ancho inter-fémures e inter-húmeros y circunferencia corporal- registradas en cada ave, de los seis cruzamientos experimentales se analizaron con la técnica multivariada de componentes principales de manera tal de resumirlas en combinaciones lineales de las mismas capaces de explicar la mayor parte de la variancia fenotípica observada. A los efectos de su análisis los valores de dichas componentes correspondientes a cada ave individual se trataron como nuevas variables aleatorias (Yakubu *et al.*, 2009).

El efecto del grupo genético sobre los valores de las componentes principales derivadas del análisis de componentes principales aplicado a los valores correspondientes a los seis grupos experimentales, 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 las componentes principales con mayor poder explicativo y los cuatro índices zoométricos de conformación, la superficie de la pechuga y el peso corporal pre-faena se evaluó mediante el cálculo del coeficiente de correlación producto-momento de Pearson.

III.2.2. Análisis discriminante canónico

La capacidad de las medidas lineales de conformación para distinguir a las aves de los diferentes grupos experimentales al peso objetivo de faena se evaluó con un análisis discriminante canónico. También en este caso los valores de las componentes canónicas correspondientes a cada ave se trataron como nuevas variables aleatorias.

El efecto del grupo genético sobre los valores de las componentes canónicas derivadas del análisis discriminante canónico aplicado ambos a los valores correspondientes a los seis grupos experimentales, se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Resultados

III.1. Análisis univariado

III.1.1 Comparación a igual edad cronológica

III.1.1.1. Cruzamientos simples

Tabla N° 29 – Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Variable	Edad	Grupo genético		
		Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Peso corporal (g)	42 días	1124 ± 24,2 a	1108 ± 16,3 a	1293 ± 27,6 b
	56 días	1741 ± 27,4 a	1751 ± 24,5 a	2040 ± 32,4 b
	70 días	2126 ± 41,6 a	2193 ± 29,0 a	2515 ± 46,3 b
Longitud de la caña (cm)	42 días	7,64 ± 0,062 a	7,70 ± 0,047 a	7,63 ± 0,058 a
	56 días	8,83 ± 0,052 a	8,93 ± 0,058 a	9,27 ± 0,060 b
	70 días	9,76 ± 0,053 a	9,96 ± 0,053 b	10,61 ± 0,065 c
Longitud de la tibia (cm)	42 días	11,4 ± 0,10 a	11,4 ± 0,09 a	11,6 ± 0,10 a
	56 días	13,2 ± 0,09 a	13,3 ± 0,07 a	13,8 ± 0,08 b
	70 días	15,1 ± 0,09 a	15,4 ± 0,08 b	15,9 ± 0,08 c
Longitud dorsal (cm)	42 días	19,6 ± 0,27 a	19,2 ± 0,21 a	19,5 ± 0,17 a
	56 días	20,3 ± 0,15 a	20,7 ± 0,18 ab	21,3 ± 0,20 a
	70 días	24,5 ± 0,24 a	23,8 ± 0,24 b	26,1 ± 0,20 c
Longitud de la pechuga (cm)	42 días	11,0 ± 0,13 a	10,9 ± 0,06 a	11,4 ± 0,10 b
	56 días	13,0 ± 0,10 a	13,8 ± 0,09 b	12,6 ± 0,15 c
	70 días	14,3 ± 0,10 a	14,4 ± 0,07 a	15,2 ± 0,14 b
Ancho de la pechuga (cm)	42 días	5,90 ± 0,084 a	5,53 ± 0,055 b	6,08 ± 0,063 a
	56 días	6,59 ± 0,090 a	6,09 ± 0,075 b	6,06 ± 0,090 b
	70 días	7,65 ± 0,101 a	7,69 ± 0,095 a	8,25 ± 0,084 b
Superficie de la pechuga (cm ²)	42 días	32,6 ± 0,73 a	30,1 ± 0,40 b	34,9 ± 0,60 a
	56 días	42,9 ± 0,66 a	42,1 ± 0,70 a	38,3 ± 0,74 b
	70 días	54,7 ± 0,94 a	55,4 ± 0,86 a	62,6 ± 0,97 b
Ancho inter-húmeros (cm)	42 días	5,83 ± 0,077 a	5,76 ± 0,095 a	6,11 ± 0,074 b
	56 días	5,72 ± 0,071 a	5,47 ± 0,050 a	6,01 ± 0,048 b
	70 días	6,45 ± 0,095 a	6,43 ± 0,076 a	7,72 ± 0,099 b
Ancho inter-fémures (cm)	42 días	6,46 ± 0,078 ab	6,37 ± 0,080 a	6,69 ± 0,068 b
	56 días	6,69 ± 0,065 a	6,46 ± 0,052 a	6,97 ± 0,061 b
	70 días	8,28 ± 0,091 a	8,38 ± 0,084 ab	8,55 ± 0,071 b
Circunferencia corporal (cm)	42 días	23,9 ± 0,279 ab	24,1 ± 0,188 a	23,1 ± 0,186 b
	56 días	27,1 ± 0,194 a	27,5 ± 0,225 a	29,5 ± 0,337 b
	70 días	29,5 ± 0,341 a	30,2 ± 0,195 a	31,9 ± 0,279 b

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético

a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.

La Tabla 29 resume la información correspondiente al peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga, registrada en tres edades en los dos cruzamientos simples, en comparación con Campero INTA.

La Tabla 30 muestra, para los dos cruzamientos simples y el genotipo de referencia, el significado de los efectos del genotipo, la edad de registro, la interacción simple entre ambos factores principales y del apareamiento (análisis con medidas repetidas) sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga, segregados en el experimento factorial.

Tabla N° 30 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia				
Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
Peso corporal (g)	F = 32,9 P < 0,0001	F = 3127 P < 0,0001	F = 10,69 P < 0,0001	F = 7,83 P < 0,0001
Longitud de la caña (cm)	F = 23,7 P < 0,0001	F = 2568 P < 0,0001	F = 29,6 P < 0,0001	F = 3,51 P < 0,0001
Longitud de la tibia (cm)	F = 16,12 P < 0,0001	F = 3196 P < 0,0001	F = 6,55 P < 0,0001	F = 4,09 P < 0,0001
Longitud dorsal (cm)	F = 13,87 P < 0,0001	F = 691 P < 0,0001	F = 11,09 P < 0,0001	F = 1,92 P < 0,0001
Longitud de la pechuga (cm)	F = 3,86 P = 0,028	F = 1257 P < 0,0001	F = 39,6 P < 0,0001	F = 2,78 P < 0,0001
Ancho de la pechuga (cm)	F = 10,17 P < 0,0001	F = 667 P < 0,0001	F = 16,93 P < 0,0001	F = 2,00 P < 0,0001
Superficie de la pechuga (cm ²)	F = 5,99 P = 0,004	F = 1304 P < 0,0001	F = 33,3 P < 0,0001	F = 2,55 P < 0,0001
Ancho inter-húmeros (cm)	F = 65,9 P < 0,0001	F = 198 P < 0,0001	F = 16,9 P < 0,0001	F = 1,24 P = 0,101
Ancho inter-fémures (cm)	F = 13,0 P < 0,0001	F = 718 P < 0,0001	F = 2,16 P = 0,074	F = 1,56 P = 0,004
Circunferencia corporal (cm)	F = 12,2 P < 0,0001	F = 903 P < 0,0001	F = 24,3 P < 0,0001	F = 2,86 P < 0,0001

El efecto del apareamiento fue significativo para todos los caracteres a excepción del ancho inter-humeros.

La presencia de efectos estadísticamente significativos de la interacción genotipo por edad sobre todos los caracteres, salvo el caso del ancho inter-fémures, limita el alcance de la interpretación de los efectos de los factores principales. Las interacciones mencionadas se deben a (1) diferencias en la magnitud de los aumentos en el valor del carácter con la edad sin

modificación del significado de las diferencias entre grupos genéticos como ocurre en el caso del peso corporal (Casilda CP: 89 %, Casilda CR: 98 %, Campero INTA: 94 %) o en el ancho inter-húmeros (Casilda CP: 10,6 %, Casilda CR: 11,6 %, Campero INTA: 26,4 %), o bien (2) a la aparición de significados en las comparaciones entre grupos genéticos a los 70 días de edad no observables en edades más tempranas como ocurre con las diferencias entre los cruzamientos experimentales en el caso de la longitud de la tibia y de la longitud de la caña; o (3) a la pérdida del significado observado en edades tempranas como ocurre con la longitud y el ancho de la pechuga, por citar sólo algunos ejemplos.

El significado del efecto edad sobre todos los caracteres es el resultado obvio del aumento de los valores promedio de los mismos con el transcurso del tiempo, en todos los grupos genéticos.

Por último, el significado del efecto genotipo -también común tanto al peso corporal como a todas las medidas de conformación- puede adscribirse principalmente a los mayores valores promedio registrados en el genotipo de referencia, si bien no pueden dejarse de lado las diferencias observadas entre los cruzamientos simples ensayados en algunos caracteres.

La Tabla 31 resume la información correspondiente a los cuatro índices zoométricos de conformación en los dos cruzamientos simples en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 31 – Índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo				
Variable	Edad	Grupo genético		
		Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Índice 1	42 días	1,498 ± 0,0121 ab	1,484 ± 0,0113 b	1,527 ± 0,0143 a
	56 días	1,492 ± 0,0092 a	1,490 ± 0,0098 a	1,489 ± 0,0099 a
	70 días	1,549 ± 0,0087 a	1,551 ± 0,0079 a	1,504 ± 0,0099 b
Índice 2	42 días	1,875 ± 0,0230 a	1,970 ± 0,0185 b	1,886 ± 0,0173 ab
	56 días	1,986 ± 0,0318 a	2,274 ± 0,0235 b	2,103 ± 0,0412 c
	70 días	1,877 ± 0,0231 a	1,879 ± 0,0197 a	1,842 ± 0,0207 a
Índice 3	42 días	0,905 ± 0,0134 a	0,905 ± 0,0118 a	0,916 ± 0,0108 b
	56 días	0,855 ± 0,0048 a	0,848 ± 0,0048 a	0,863 ± 0,0040 a
	70 días	0,780 ± 0,0102 a	0,769 ± 0,0079 a	0,904 ± 0,0112 b
Índice 4	42 días	1,224 ± 0,0222 ab	1,255 ± 0,0138 a	1,187 ± 0,0073 b
	56 días	1,335 ± 0,0121 a	1,331 ± 0,0150 a	1,386 ± 0,0174 b
	70 días	1,207 ± 0,0190 a	1,275 ± 0,0125 b	1,224 ± 0,0099 a
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.				

La Tabla 32 muestra, para los dos cruzamientos simples y el genotipo de referencia, el significado de los efectos sobre los cuatro índices zoométricos de conformación, segregados en el experimento factorial.

Tabla N° 32 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia				
Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
Índice 1	F = 0,250 P = 0,782	F = 16,0 P < 0,0001	F = 5,96 P = 0,0001	F = 1,33 P = 0,042
Índice 2	F = 16,2 P < 0,0001	F = 102 P < 0,0001	F = 9,70 P < 0,0001	F = 1,51 P = 0,007
Índice 3	F = 33,5 P < 0,0001	F = 67,6 P < 0,0001	F = 16,8 P < 0,0001	F = 0,84 P = 0,843
Índice 4	F = 3,41 P = 0,037	F = 67,7 P < 0,0001	F = 5,81 P = 0,0002	F = 1,04 P = 0,397

En este caso, el efecto del apareamiento fue significativo sólo para de los índices 1 y 2. El efecto de la interacción genotipo por edad fue significativo para los cuatro índices debido a diferencias en el significado de los contrastes entre grupos genéticos en las diferentes edades, sin predominio de algún patrón identificable.

Se observaron efectos significativos de la edad sobre los cuatro índices y efectos significativos del grupo genético sobre los índices 2, 3 y 4 (particularmente sobre los dos primeros de estos tres), todos ellos relativizados por la presencia de interacciones significativas entre ambos factores principales.

La Tabla 33 resume el efecto del grupo genético sobre las medidas lineales de conformación, la superficie de la pechuga y los cuatro índices zoométricos de conformación en los dos cruzamientos simples y en el genotipo de referencia, comparados a igual peso corporal pre-faena.

No se observaron diferencias entre los grupos genéticos en la longitud, el ancho y la superficie de la pechuga, el ancho inter-fémures, la circunferencia corporal y el índice de conformación 2. Los cruzamientos experimentales presentaron menor longitud promedio de la caña, ancho inter húmeros e Índice 3 y mayor valor promedio del Índice 2 que Campero INTA, sin diferenciarse significativamente entre ellos. Casilda CP mostró la menor longitud promedio de la tibia y Casilda CR la menor longitud dorsal y el mayor Índice 4.

Tabla N° 33 – Medidas lineales de conformación, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena			
Variable	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Longitud de la caña (cm)	9,86 a ± 0,056	10,01 a ± 0,053	10,46 b ± 0,061
Longitud de la tibia (cm)	15,3 a ± 0,08	15,5 b ± 0,07	15,7 b ± 0,08
Longitud dorsal (cm)	24,9 a ± 0,22	24,0 b ± 0,21	25,5 a ± 0,24
Longitud de la pechuga (cm)	14,5 a ± 0,09	14,5 a ± 0,09	14,8 a ± 0,10
Ancho de la pechuga (cm)	7,80 a ± 0,091	7,78 a ± 0,087	8,01 a ± 0,098
Superficie de la pechuga (cm ²)	56,8 a ± 0,80	56,6 a ± 0,76	59,3 a ± 0,87
Ancho inter-húmeros (cm)	6,57 a ± 0,092	6,50 a ± 0,088	7,53 b ± 0,100
Ancho inter-fémures (cm)	8,47 a ± 0,070	8,49 a ± 0,067	8,24 a ± 0,076
Circunferencia corporal (cm)	30,0 a ± 0,25	30,5 a ± 0,24	31,0 a ± 0,28
Índice de conformación 1	1,551 a ± 0,0095	1,552 a ± 0,0091	1,501 b ± 0,0104
Índice de conformación 2	1,871 a ± 0,0227	1,876 a ± 0,0218	1,850 a ± 0,0247
Índice de conformación 3	0,775 a ± 0,0105	0,766 a ± 0,0101	0,912 b ± 0,0114
Índice de conformación 4	1,212 a ± 0,0153	1,278 b ± 0,0147	1,216 a ± 0,0167
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

III.1.1.2. Cruzamientos de tres vías

La Tabla 34 resume la información correspondiente al peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga registrada en los dos cruzamientos de tres vías, en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 34 – Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo

Variable	Edad	Grupo genético		
		Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Peso corporal (g)	42 días	1024 ± 22,2 a	1068 ± 19,3 a	1735 ± 30,3 b
	56 días	1315 ± 21,2 a	1416 ± 24,4 a	2219 ± 47,3 b
	70 días	1781 ± 29,7 a	1893 ± 21,1 b	
Longitud de la caña (cm)	42 días	7,62 ± 0,055 a	7,79 ± 0,070 a	8,72 ± 0,055 b
	56 días	8,77 ± 0,057 a	8,74 ± 0,064 a	9,70 ± 0,079 b
	70 días	9,94 ± 0,052 a	9,95 ± 0,061 a	
Longitud de la tibia (cm)	42 días	11,6 ± 0,06 a	11,5 ± 0,07 a	13,2 ± 0,16 b
	56 días	12,9 ± 0,09 a	12,9 ± 0,09 a	14,4 ± 0,10 b
	70 días	14,7 ± 0,10 a	14,5 ± 0,08 a	
Longitud dorsal (cm)	42 días	20,9 ± 0,17 a	20,5 ± 0,16 a	23,4 ± 0,25 b
	56 días	22,1 ± 0,21 a	22,8 ± 0,17 a	24,0 ± 0,28 b
	70 días	24,5 ± 0,24 a	23,8 ± 0,24 b	
Longitud de la pechuga (cm)	42 días	10,6 ± 0,08 a	10,8 ± 0,08 a	12,8 ± 0,20 b
	56 días	11,8 ± 0,08 a	11,9 ± 0,09 a	13,8 ± 0,19 b
	70 días	13,3 ± 0,10 a	13,4 ± 0,10 a	
Ancho de la pechuga (cm)	42 días	5,04 ± 0,058 a	5,27 ± 0,057 a	6,19 ± 0,087 a
	56 días	5,72 ± 0,049 a	5,83 ± 0,078 a	7,18 ± 0,096 b
	70 días	6,55 ± 0,066 a	6,73 ± 0,072 a	
Superficie de la pechuga (cm ²)	42 días	26,9 ± 0,44 a	28,4 ± 0,45 a	39,7 ± 0,92 b
	56 días	33,8 ± 0,42 a	34,6 ± 0,52 a	49,7 ± 1,06 b
	70 días	43,5 ± 0,67 a	45,3 ± 0,75 a	
Ancho inter-húmeros (cm)	42 días	6,53 ± 0,058 a	6,76 ± 0,066 a	8,29 ± 0,085 b
	56 días	7,21 ± 0,072 a	7,34 ± 0,081 a	8,41 ± 0,144 b
	70 días	7,69 ± 0,072 a	8,10 ± 0,076 b	
Ancho inter-fémures (cm)	42 días	7,84 ± 0,067 a	7,71 ± 0,066 a	9,20 ± 0,090 b
	56 días	8,84 ± 0,067 a	8,30 ± 0,087 a	9,67 ± 0,118 b
	70 días	8,28 ± 0,091 a	9,43 ± 0,113 b	
Circunferencia corporal (cm)	42 días	23,6 ± 0,20 ab	24,0 ± 0,20 a	28,2 ± 0,19 b
	56 días	27,0 ± 0,19 a	27,4 ± 0,16 a	32,0 ± 0,24 b
	70 días	30,4 ± 0,17 a	30,8 ± 0,18 a	

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético

a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.

La Tabla 35 muestra, para los dos cruzamientos experimentales de tres vías y el genotipo de referencia, el significado de los efectos sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga, segregados en el experimento factorial restringido a las dos primeras edades (42 y 56 días).

Tabla N° 35 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia en dos edades del ciclo

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
Peso corporal (g)	F = 267 P < 0,0001	F = 1085 P < 0,0001	F = 25,29 P < 0,0001	F = 7,71 P < 0,0001
Longitud de la caña (cm)	F = 93,4 P < 0,0001	F = 1168 P < 0,0001	F = 4,38 P = 0,015	F = 5,08 P < 0,0001
Longitud de la tibia (cm)	F = 132 P < 0,0001	F = 338 P < 0,0001	F = 0,42 P = 0,660	F = 1,69 P = 0,0042
Longitud dorsal (cm)	F = 117 P < 0,0001	F = 6,30 P = 0,0136	F = 62,73 P < 0,0001	F = 1,70 P = 0,0038
Longitud de la pechuga (cm)	F = 116 P < 0,0001	F = 171 P < 0,0001	F = 0,33 P = 0,716	F = 2,33 P < 0,0001
Ancho de la pechuga (cm)	F = 160 P < 0,0001	F = 267 P < 0,0001	F = 8,06 P = 0,0006	F = 2,02 P = 0,0002
Superficie de la pechuga (cm ²)	F = 185 P < 0,0001	F = 359 P < 0,0001	F = 7,98 P = 0,0006	F = 2,77 P < 0,0001
Ancho inter-húmeros (cm)	F = 121 P < 0,0001	F = 64,9 P < 0,0001	F = 8,76 P = 0,0003	F = 2,15 P = 0,101
Ancho inter-fémures (cm)	F = 121 P < 0,0001	F = 83,3 P < 0,0001	F = 1,21 P = 0,303	F = 2,65 P < 0,0001
Circunferencia corporal (cm)	F = 211 P < 0,0001	F = 1458 P < 0,0001	F = 2,24 P = 0,112	F = 5,21 P < 0,0001

Se observó un efecto estadísticamente significativo del apareamiento sobre todos los caracteres, a excepción del ancho inter-húmeros.

El efecto de la interacción genotipo por edad fue significativo para el peso corporal, la longitud de la caña, la longitud dorsal, el ancho y la superficie de la pechuga y el ancho inter-húmeros.

Todas las medidas aumentaron significativamente con la edad y para todas ellas el genotipo de referencia presentó mayores valores promedio que los cruzamientos experimentales que no difirieron significativamente entre ellos.

Comparados a los 70 días de edad Casilda DM presentó mayor peso corporal, menor longitud dorsal, mayor ancho inter-húmeros e inter-fémures y menor Índice 1 que Casilda DT.

La Tabla 36 resume la información correspondiente a los cuatro índices zoométricos de conformación en los dos cruzamientos experimentales de tres vías en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 36 – Índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, en tres edades del ciclo				
Variable	Edad	Grupo genético		
		Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Índice 1	42 días	1,524 ± 0,0078 a	1,475 ± 0,0082 b	1,510 ± 0,0194 ab
	56 días	1,468 ± 0,0104 a	1,471 ± 0,0084 a	1,484 ± 0,0121 a
	70 días	1,475 ± 0,0073 a	1,455 ± 0,0057 b	
Índice 2	42 días	2,117 ± 0,0210 a	2,046 ± 0,0214 a	2,082 ± 0,0385 a
	56 días	2,068 ± 0,0197 a	2,033 ± 0,0143 a	1,930 ± 0,0311 b
	70 días	2,026 ± 0,0189 a	1,999 ± 0,0164 a	
Índice 3	42 días	0,834 ± 0,0078 a	0,877 ± 0,0079 b	0,901 ± 0,0057 c
	56 días	0,878 ± 0,0091 a	0,886 ± 0,0072 a	0,870 ± 0,0094 a
	70 días	0,870 ± 0,0072 a	0,861 ± 0,0075 a	
Índice 4	42 días	1,128 ± 0,0103 a	1,174 ± 0,0106 b	1,210 ± 0,0139 b
	56 días	1,414 ± 0,0156 a	1,205 ± 0,0083 b	1,339 ± 0,0203 c
	70 días	1,358 ± 0,0115 a	1,338 ± 0,0104 a	
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.				

La Tabla 37 muestra el significado de los efectos sobre los cuatro índices zoométricos de conformación segregados en el experimento factorial restringido a las dos primeras edades (42 y 56 días), para los dos cruzamientos experimentales de tres vías y el genotipo de referencia.

El efecto del apareamiento sólo fue estadísticamente significativo para el Índice 3.

El efecto de la interacción genotipo por edad fue significativo para los cuatro índices de conformación.

El efecto de la edad fue estadísticamente significativo para los Índice 1, 2 y 4. Como resultado del aumento de los valores de los índices entre los 42 y los 56 días, las diferencias observadas en la primera de dichas edades se hicieron no significativas en la segunda explicando el significado mencionado previamente para la interacción.

Con respecto al significado del efecto genotipo sobre los cuatro índices de conformación, Casilda DM presentó menor valor promedio del índice 1 (1,473) que Casilda DT (1,496) y Campero INTA (1,497); los tres grupos difirieron en el valor del Índice 2 (DT: 2,093 > DM: 2,040 > C INTA: 2,006), Casilda DT presentó menor valor del Índice 3 (0,856) que los otros dos genotipos (DM: 0,882; C INTA: 0,886) y, por último, Casilda DM presentó menor valor del Índice 4 (1,190) que Casilda DT (1,271) y que el genotipo de referencia (C INTA: 1,275). A los 70 días de edad Casilda DT presentó mayor valor promedio del Índice 1 que Casilda DM.

Tabla N° 37 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia en dos edades del ciclo

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Apareamiento
Índice 1	F = 2,41 P = 0,071	F = 9,66 P = 0,0024	F = 2,72 P = 0,071	F = 1,22 P = 0,160
Índice 2	F = 5,35 P = 0,0062	F = 12,8 P = 0,0005	F = 4,40 P = 0,015	F = 1,22 P = 0,159
Índice 3	F = 6,58 P = 0,0021	F = 1,67 P = 0,199	F = 14,8 P < 0,0001	F = 1,56 P = 0,013
Índice 4	F = 21,7 P < 0,0001	F = 199 P < 0,0001	F = 49,8 P < 0,0001	F = 1,28 P = 0,109

La Tabla 38 resume el efecto del grupo genético sobre las medidas lineales de conformación, la superficie de la pechuga y los cuatro índices zoométricos de conformación en los cruzamientos experimentales de tres vías y en el genotipo de referencia, comparados a igual peso corporal pre-faena. Según este criterio, los genotipos en cuestión mostraron diferencias significativas en varios de los indicadores de conformación. Casilda DT mostró la mayor longitud de la caña y de la tibia, Campero INTA el menor valor promedio de ambas y Campero DM valores intermedios. El genotipo de referencia mostró las pechugas de menor longitud, mayor ancho y mayor superficie. Los tres grupos no se diferenciaron significativamente ni en el ancho inter-húmeros ni en el ancho inter-fémures correspondiendo a Campero INTA la menor circunferencia corporal promedio. No se observaron diferencias significativas en el valor promedio del Índice 1, Campero INTA mostró el mayor valor de los Índices 2 y 3 y el menor del Índice 4. Los cruzamientos experimentales de tres vías no se diferenciaron significativamente en los valores promedio de ninguno de los cuatro índices de conformación calculados a partir de combinaciones particulares de algunas de las medidas lineales.

Tabla N° 38 – Medidas lineales, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena			
Variable	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Longitud de la caña (cm)	10,9 a ± 0,061	10,7 b ± 0,055	10,3 c ± 0,064
Longitud de la tibia (cm)	16,2 a ± 0,09	15,7 b ± 0,08	14,9 c ± 0,09
Longitud dorsal (cm)	23,1 a ± 0,19	22,9 a ± 0,18	24,3 b ± 0,20
Longitud de la pechuga (cm)	14,8 a ± 0,09	14,6 ab ± 0,08	14,4 b ± 0,10
Ancho de la pechuga (cm)	7,07 a ± 0,074	7,00 a ± 0,068	7,46 b ± 0,078
Superficie de la pechuga (cm ²)	52,5 ab ± 0,67	51,2 a ± 0,61	53,9 b ± 0,70
Ancho inter-húmeros (cm)	8,75 a ± 0,089	8,89 a ± 0,081	8,95 a ± 0,094
Ancho inter-fémures (cm)	10,3 a ± 0,10	10,1 a ± 0,09	10,0 a ± 0,10
Circunferencia corporal (cm)	33,2 a ± 0,19	33,3 a ± 0,17	32,3 b ± 0,20
Índice de conformación 1	1,483 a ± 0,0098	1,476 a ± 0,0089	1,457 a ± 0,0103
Índice de conformación 2	2,108 a ± 0,0240	2,093 a ± 0,0217	1,942 b ± 0,0251
Índice de conformación 3	0,854 a ± 0,0098	0,882 ab ± 0,0089	0,893 b ± 0,0103
Índice de conformación 4	1,441 a ± 0,0147	1,459 a ± 0,0133	1,331 b ± 0,0154
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

III.1.1.3. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

La Tabla 39 resume la información correspondiente al peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 39 – Peso corporal, medidas lineales de conformación y superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres edades del ciclo

Variable	Edad	Grupo genético		
		Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Peso corporal (g)	42 días	964 ± 29,7 a	813 ± 25,9 b	1264 ± 33,8 c
	56 días	1669 ± 47,2 a	1442 ± 38,8 b	1974 ± 40,4 c
	70 días	2426 ± 75,5 a	2091 ± 49,0 b	2268 ± 51,3 c
Longitud de la caña (cm)	42 días	7,4 ± 0,08 a	6,9 ± 0,08 b	7,9 ± 0,10 c
	56 días	8,9 ± 0,09 a	8,5 ± 0,08 b	9,3 ± 0,06 c
	70 días	10,4 ± 0,18 a	9,9 ± 0,07 b	10,6 ± 0,06 a
Longitud de la tibia (cm)	42 días	11,0 ± 0,10 a	10,3 ± 0,09 b	11,9 ± 0,08 c
	56 días	13,3 ± 0,12 a	12,5 ± 0,10 b	13,8 ± 0,09 c
	70 días	15,1 ± 0,10 a	14,7 ± 0,09 b	16,0 ± 0,09 c
Longitud dorsal (cm)	42 días	18,4 ± 0,24 a	17,8 ± 0,23 a	20,5 ± 0,15 b
	56 días	22,3 ± 0,22 a	20,8 ± 0,23 b	24,3 ± 0,21 c
	70 días	26,0 ± 0,25 ab	25,5 ± 0,19 b	26,7 ± 0,21 a
Longitud de la pechuga (cm)	42 días	10,3 ± 0,11 a	9,7 ± 0,11 b	11,5 ± 0,10 c
	56 días	12,2 ± 0,15 a	11,7 ± 0,11 b	13,1 ± 0,09 c
	70 días	14,0 ± 0,18 a	13,5 ± 0,16 b	15,1 ± 0,12 c
Ancho de la pechuga (cm)	42 días	5,18 ± 0,081 a	4,87 ± 0,089 b	5,74 ± 0,084 c
	56 días	6,04 ± 0,101 a	5,67 ± 0,080 b	6,89 ± 0,086 c
	70 días	7,08 ± 0,131 a	6,44 ± 0,080 b	8,17 ± 0,097 c
Superficie de la pechuga (cm ²)	42 días	26,8 ± 0,67 a	23,8 ± 0,62 b	33,0 ± 0,64 c
	56 días	37,1 ± 0,94 a	33,2 ± 0,74 b	45,2 ± 0,76 c
	70 días	49,8 ± 1,44 a	43,5 ± 0,94 b	61,9 ± 1,05 c
Ancho inter-húmeros (cm)	42 días	6,71 ± 0,092 a	6,29 ± 0,075 b	7,06 ± 0,086 c
	56 días	7,49 ± 0,083 a	6,91 ± 0,081 b	8,04 ± 0,101 c
	70 días	9,41 ± 0,093 a	8,96 ± 0,078 b	10,37 ± 0,103 c
Ancho inter-fémures (cm)	42 días	7,28 ± 0,088 a	6,97 ± 0,068 b	7,91 ± 0,078 c
	56 días	8,43 ± 0,085 a	7,73 ± 0,088 b	8,87 ± 0,080 c
	70 días	9,41 ± 0,093 a	8,96 ± 0,078 b	10,37 ± 0,103 c
Circunferencia corporal (cm)	42 días	23,8 ± 0,23 a	22,6 ± 0,27 b	25,6 ± 0,25 c
	56 días	27,7 ± 0,32 a	26,8 ± 0,27 a	30,2 ± 0,24 b
	70 días	32,3 ± 0,32 a	31,0 ± 0,31 b	33,3 ± 0,23 a

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético

a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.

La Tabla 40 muestra, el significado de los efectos sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga, segregados en el experimento factorial, para los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia.

Tabla N° 40 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia

Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
Peso corporal (g)	F = 51,4 P < 0,0001	F = 1296 P < 0,0001	F = 2,13 P = 0,078	F = 3,63 P < 0,0001
Longitud de la caña (cm)	F = 40,9 P < 0,0001	F = 1159 P < 0,0001	F = 1,69 P = 0,154	F = 2,35 P < 0,0001
Longitud de la tibia (cm)	F = 76,8 P < 0,0001	F = 2877 P < 0,0001	F = 4,79 P = 0,0007	F = 4,02 P < 0,0001
Longitud dorsal (cm)	F = 70,8 P < 0,0001	F = 1071 P < 0,0001	F = 10,5 P < 0,0001	F = 1,83 P = 0,0001
Longitud de la pechuga (cm)	F = 77,7 P < 0,0001	F = 865 P < 0,0001	F = 0,84 P = 0,499	F = 2,19 P < 0,0001
Ancho de la pechuga (cm)	F = 84,0 P = 0,0074	F = 522 P < 0,0001	F = 8,55 P < 0,0001	F = 2,68 P < 0,0001
Superficie de la pechuga (cm ²)	F = 101 P < 0,0001	F = 775 P < 0,0001	F = 10,16 P < 0,0001	F = 2,42 P < 0,0001
Ancho inter-húmeros (cm)	F = 63,0 P < 0,0001	F = 474 P < 0,0001	F = 7,87 P < 0,0001	F = 2,56 P < 0,0001
Ancho inter-fémures (cm)	F = 80,6 P < 0,0001	F = 809 P < 0,0001	F = 5,93 P = 0,0002	F = 2,85 P < 0,0001
Circunferencia corporal (cm)	F = 40,1 P < 0,0001	F = 1657 P < 0,0001	F = 5,80 P = 0,0002	F = 5,31 P < 0,0001

El efecto del apareamiento fue estadísticamente significativo en todos los casos.

No se observaron efectos significativos de la interacción genotipo por edad sobre el peso corporal, la longitud de la caña y la longitud de la pechuga mientras que los efectos de la edad y del genotipo fueron significativos para todas las variables estando su interpretación limitada en aquellos casos con interacción estadísticamente significativa. La mayoría de las interacciones observadas se deben a la modificación en la magnitud del incremento del valor de las medidas con la edad (efecto de la edad de medición) sin modificación de las diferencias entre los grupos analizados (efecto genotipo). En términos generales, los cruzamientos experimentales presentaron menor valor promedio de todas las variables que el genotipo de referencia y, además, se diferenciaron entre ellos correspondiendo a Caseros I mayores valores que a su recíproco.

La Tabla 41 resume la información correspondiente a los cuatro índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero en comparación con Campero INTA.

Tabla N° 41 – Índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia en tres edades del ciclo				
Variable	Edad	Grupo genético		
		Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Índice 1	42 días	1,480 ± 0,0087 a	1,505 ± 0,0166 a	1,520 ± 0,0252 a
	56 días	1,496 ± 0,0185 a	1,470 ± 0,0128 a	1,475 ± 0,0078 a
	70 días	1,451 ± 0,0151 a	1,488 ± 0,0061 b	1,514 ± 0,0093 b
Índice 2	42 días	2,000 ± 0,0218 a	2,016 ± 0,0297 a	2,016 ± 0,0309 a
	56 días	2,037 ± 0,0274 a	2,069 ± 0,0178 a	1,909 ± 0,0223 b
	70 días	1,988 ± 0,0258 a	2,096 ± 0,0225 b	1,857 ± 0,0189 c
Índice 3	42 días	0,922 ± 0,0068 a	0,902 ± 0,0065 ab	0,892 ± 0,0056 b
	56 días	0,889 ± 0,0078 a	0,895 ± 0,0061 a	0,907 ± 0,0073 a
	70 días	0,888 ± 0,0086 a	0,893 ± 0,0048 ab	0,911 ± 0,0063 b
Índice 4	42 días	1,300 ± 0,0131 a	1,271 ± 0,0122 ab	1,251 ± 0,0104 b
	56 días	1,243 ± 0,0154 a	1,292 ± 0,0137 b	1,244 ± 0,0118 a
	70 días	1,248 ± 0,0124 a	1,213 ± 0,0100 a	1,247 ± 0,0102 a
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar				
Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético				
a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos en cada edad.				

La Tabla 42 muestra el significado de los efectos sobre los cuatro índices zoométricos de conformación, segregados en el experimento factorial, para los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y el genotipo de referencia.

Tabla N° 42 - Significado de los efectos evaluados sobre el peso corporal, las medidas lineales de conformación y la superficie de la pechuga en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia				
Variable	Efecto Genotipo	Efecto Edad	Efecto Interacción	Efecto Apareamiento
Índice 1	F = 2,09 P = 0,129	F = 2,10 P = 0,126	F = 2,80 P = 0,027	F = 1,42 P = 0,017
Índice 2	F = 14,5 P < 0,0001	F = 1,71 P = 0,183	F = 9,09 P < 0,0001	F = 2,08 P < 0,0001
Índice 3	F = 0,64 P = 0,530	F = 1,40 P = 0,249	F = 4,96 P = 0,0008	F = 1,11 P = 0,261
Índice 4	F = 1,07 P = 0,346	F = 8,54 P = 0,0003	F = 6,11 P = 0,0001	F = 1,46 P = 0,014

El efecto del apareamiento mostró diferencias que fueron desde su ausencia en el caso del Índice 3, valores intermedios en el caso de los Índices 1 y 4 a valores muy significativos para el Índice 2.

El efecto de la interacción genotipo por edad fue significativo en todos los índices. A modo de ejemplo, en el caso del Índice 2, único en el que se registró un efecto significativo del grupo genético, el significado de dicha interacción es atribuible a que el índice mencionado aumentó a los 56 días su valor promedio inicial registrado a los 42 días para luego disminuir a los 70 días en el caso de Caseros I, lo aumentó en forma sostenida en Caseros II y lo disminuyó en forma sostenida en Campero INTA, si bien aún en presencia de esta dinámica el efecto de la edad sobre el mismo resultó estadísticamente no significativo.

La Tabla 43 resume el efecto del grupo genético sobre las medidas lineales de conformación, la superficie de la pechuga y los cuatro índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples y en el genotipo de referencia, comparados a igual peso corporal pre-faena.

El genotipo de referencia tendió a presentar mayor longitud de la pechuga, diferencia que fue significativa en comparación con Caseros I, presentó pechugas más anchas que los dos cruzamientos experimentales y, como resultado de dichas diferencias, presentó pechugas de mayor superficie.

Caseros II presentó mayor longitud de la caña acompañada por una tendencia similar en la longitud de la tibia y en la longitud dorsal. Campero INTA presentó el mayor ancho inter-húmeros sin diferencias entre los grupos experimentales para esta variable y el mayor ancho inter-fémures correspondiendo, en este caso, el menor valor a Caseros I y un valor promedio intermedio a Caseros II.

Caseros I presentó la mayor circunferencia corporal y, por ende, el mayor Índice 4. No se observaron diferencias entre genotipos en el Índice 1, Caseros II presentó el mayor índice 2, Campero INTA el menor y Caseros I valores intermedios. Caseros II presentó el menor valor del Índice 3 sin diferencias estadísticamente significativas, en este caso, entre los dos genotipos restantes.

Tabla N° 43 – Medidas lineales e conformación, superficie de la pechuga e índices zoométricos de conformación en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso pre-faena

Variable	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Longitud de la caña (cm)	10,7 a ± 0,06	11,0 b ± 0,06	10,6 a ± 0,06
Longitud de la tibia (cm)	15,8 a ± 0,10	16,3 ab ± 0,10	16,0 b ± 0,10
Longitud dorsal (cm)	26,6 a ± 0,19	27,1 a ± 0,19	26,8 a ± 0,19
Longitud de la pechuga (cm)	14,7 a ± 0,12	15,1 ab ± 0,12	15,2 b ± 0,12
Ancho de la pechuga (cm)	7,24 a ± 0,084	7,05 a ± 0,084	8,19 b ± 0,084
Superficie de la pechuga (cm ²)	53,6 a ± 0,90	53,3 a ± 0,91	62,1 b ± 0,90
Ancho inter-húmeros (cm)	8,71 a ± 0,096	8,59 a ± 0,096	9,47 b ± 0,096
Ancho inter-fémures (cm)	9,47 a ± 0,087	9,79 b ± 0,087	10,39 c ± 0,087
Circunferencia corporal (cm)	34,3 a ± 0,16	33,8 b ± 0,16	33,4 b ± 0,16
Índice de conformación 1	1,481 a ± 0,0105	1,486 a ± 0,0106	1,514 a ± 0,0105
Índice de conformación 2	2,045 a ± 0,0231	2,143 b ± 0,0232	1,856 c ± 0,0231
Índice de conformación 3	0,923 a ± 0,0091	0,877 b ± 0,0091	0,912 a ± 0,0091
Índice de conformación 4	1,289 a ± 0,0100	1,248 b ± 0,0100	1,248 b ± 0,0100
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Resumen

La Tabla 44 presenta las medidas lineales –excluidas aquellas relacionadas con la pechuga- correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados a igual peso pre-faena.

Tabla N° 44 - Medidas lineales –excluidas aquellas relacionadas con la pechuga- correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Longitud de la caña (cm)	9,90 a ± 0,060	10,06 a ± 0,058	10,85 b ± 0,059	10,66 bc ± 0,057	10,46 c ± 0,061	10,80 b ± 0,065
Longitud de la tibia (cm)	15,4 a ± 0,09	15,6 abc ± 0,09	16,3 d ± 0,09	15,8 bc ± 0,08	15,4 ab ± 0,09	16,0 cd ± 0,10
Longitud dorsal (cm)	25,0 a ± 0,22	24,1 b ± 0,21	23,1 c ± 0,21	22,9 c ± 0,21	26,0 d ± 0,21	26,5 d ± 0,23
Ancho inter-húmeros (cm)	8,56 a ± 0,089	8,59 a ± 0,087	10,29 b ± 0,088	10,10 b ± 0,085	9,09 c ± 0,091	9,40 c ± 0,096
Ancho inter-fémures (cm)	6,69 a ± 0,088	6,61 a ± 0,086	8,82 b ± 0,087	8,92 b ± 0,084	8,37 c ± 0,090	8,27 c ± 0,096
Circunferencia corporal (cm)	30,4 a ± 0,21	30,9 a ± 0,20	33,3 b ± 0,21	33,4 b ± 0,20	33,1 b ± 0,21	32,5 b ± 0,23
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

La Tabla 45 resume el comportamiento de las seis medidas lineales –excluidas aquellas relacionadas con la pechuga- en los seis grupos experimentales. En todos los casos se asignó 100 al grupo genético de mayor valor y los restantes grupos se relativizaron a dicho valor máximo.

Casilda Doña Teresa presentó la mayor longitud de caña y tibia y el mayor ancho inter-húmeros, Caseros II presentó la mayor longitud dorsal y Casilda Don Manuel el mayor ancho inter-fémures y la mayor circunferencia corporal. Los cruzamientos simples presentaron la menor longitud de la caña, el menor ancho tanto inter-húmeros como inter-fémures y la menor circunferencia corporal y los cruzamientos de tres vías la menor longitud dorsal.

La Figura 26 resume esquemáticamente el comportamiento descrito

Tabla N° 45 - Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a seis medidas lineales de conformación corporal						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Longitud de la caña (cm)	91,24	92,72	100	98,25	96,41	99,54
Longitud de la tibia (cm)	94,52	96,12	100	96,92	94,95	98,34
Longitud dorsal (cm)	94,41	91,08	87,30	86,58	98,37	100
Ancho inter-húmeros (cm)	83,19	83,48	100	98,15	88,34	91,35
Ancho inter-fémures (cm)	75,00	74,10	98,88	100	93,83	92,71
Circunferencia corporal (cm)	91,05	92,51	99,64	100	99,01	97,42

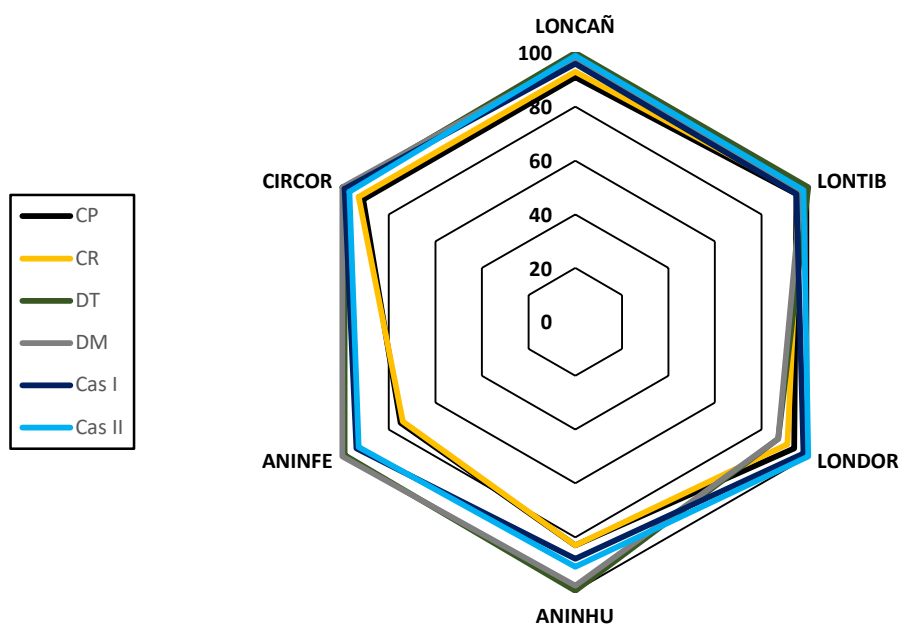


Figura N° 26 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a las seis medidas lineales de conformación corporal

La principal diferencia entre los grupos analizados se observa en el ancho entre fémures y en el ancho entre húmeros. Los cruzamientos simples mostraron los menores valores de ambas variables lineales y los cruzamientos de tres vías los valores mayores.

La Tabla 46 presenta las medidas de conformación relacionadas con la pechuga en los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 46 - Medidas de conformación relacionadas con la pechuga en los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Longitud de la pechuga (cm)	14,7 ab ± 0,10	14,7 ab ± 0,10	14,8 a ± 0,10	14,6 ab ± 0,10	14,3 b ± 0,10	14,6 ab ± 0,11
Ancho de la pechuga (cm)	7,87 a ± 0,086	7,85 a ± 0,084	7,03 b ± 0,085	7,00 b ± 0,082	6,94 b ± 0,088	6,76 b ± 0,093
Superficie de la pechuga (cm ²)	57,7 a ± 0,81	57,6 a ± 0,79	52,1 b ± 0,80	51,2 b ± 0,76	49,5 b ± 0,83	49,3 b ± 0,87
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

La Tabla 47 resume el comportamiento de las tres variables de conformación relacionadas con la pechuga, en los seis grupos experimentales, asignando 100 al grupo genético de mayor valor y relativizando los restantes grupos a dicho valor máximo.

Tabla N° 47 - Comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a tres variables de conformación corporal relacionadas con la pechuga						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Longitud de la pechuga (cm)	98,99	99,05	100	98,78	96,28	98,51
Ancho de la pechuga (cm)	100	99,74	89,33	88,95	88,18	85,90
Superficie de la pechuga (cm ²)	100	99,81	90,31	88,80	85,79	85,36

La Figura 27 resume esquemáticamente el comportamiento de las tres variables.

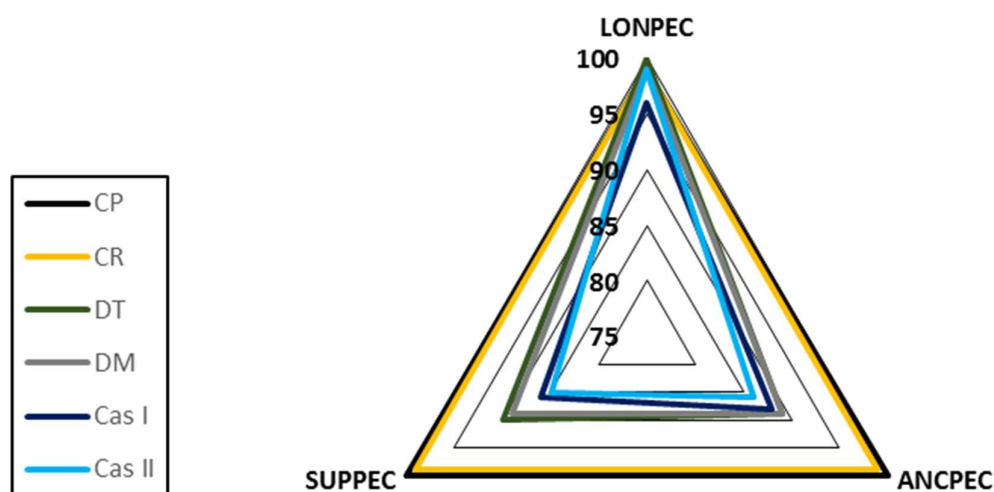


Figura N° 27 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a tres variables de conformación corporal relacionadas con la pechuga

Los cruzamientos simples presentaron los mayores valores de las tres variables. Caseros I y Caseros II presentaron la menor superficie de pechuga.

La Tabla 48 presenta los valores de los índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

Tabla N° 48 - Índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena

	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Índice de conformación 1	1,552 a ± 0,0093	1,554 a ± 0,0091	1,489 b ± 0,0091	1,478 b ± 0,0088	1,476 b ± 0,0095	1,481 b ± 0,0100
Índice de conformación 2	1,864 a ± 0,0244	1,870 a ± 0,0238	2,116 b ± 0,0240	2,095 b ± 0,0232	2,064 b ± 0,0249	2,157 b ± 0,0264
Índice de conformación 3	0,780 a ± 0,0101	0,768 a ± 0,0099	0,860 b ± 0,0100	0,883 bc ± 0,0096	0,922 c ± 0,0103	0,880 b ± 0,0109
Índice de conformación 4	1,219 a ± 0,0145	1,284 b ± 0,0141	1,449 c ± 0,0142	1,461 c ± 0,0137	1,272 ab ± 0,0148	1,231 ab ± 0,0156

Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar

Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético

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

La Tabla 49 presenta los valores de los índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena asignando 100 al grupo genético de mayor valor y relativizando los restantes grupos a dicho valor máximo.

Tabla N° 49 - Índices de conformación correspondientes a los seis grupos experimentales evaluados al mismo peso pre-faena						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Índice de conformación 1	99,87	100	95,82	95,11	94,98	95,30
Índice de conformación 2	86,42	86,69	98,10	97,13	95,69	100
Índice de conformación 3	84,60	83,30	93,28	95,77	100	95,44
Índice de conformación 4	83,44	87,89	99,18	100	87,06	84,26

La Figura 28 resume esquemáticamente el comportamiento de los cuatro índices de conformación corporal. Los cruzamientos simples presentaron los menores valores de los Índices 2 y 3y los cruzamientos de tres vías los mayores valores del índice 4.

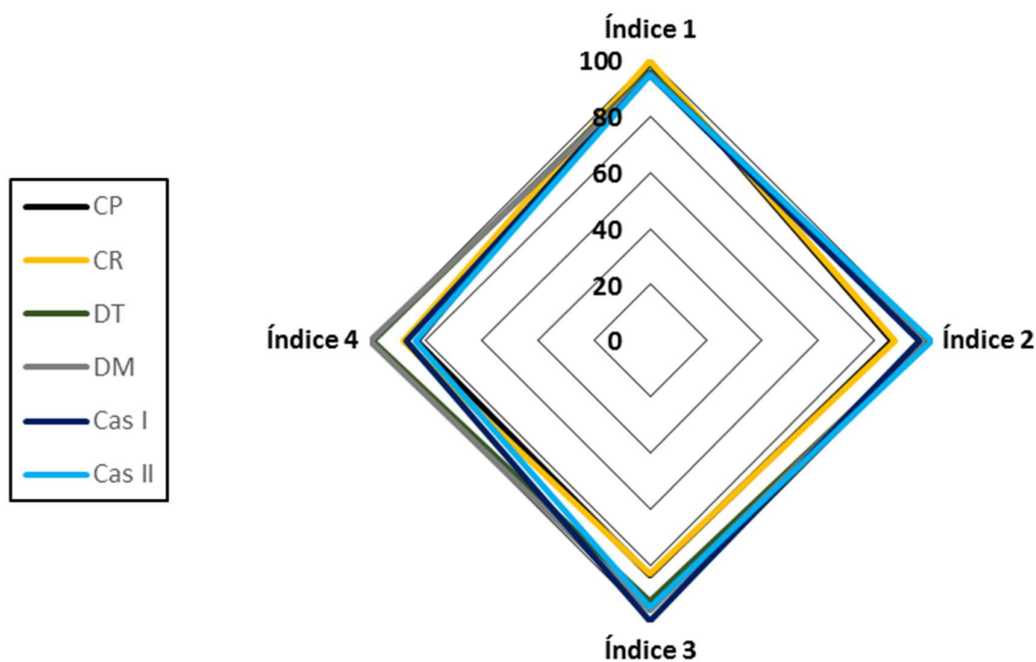


Figura N° 28 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los cuatro índices de conformación corporal

III.2. Análisis multivariado

III.2.1. Análisis de componentes principales

La primera componente principal (PC1) explicó el 59,34 % de la variancia total y la segunda componente (PC2) el 26,69 % de la misma, acumulando entre ambas el 86,03% de la variancia fenotípica observada. El resto de la variancia fue explicada por las seis componentes principales restantes de acuerdo con el siguiente detalle: PC3 = 5,07 %, PC4 = 3,71 %, PC5 = 2,02 %, PC6 = 1,45 %, PC7 = 1,14 % y PC8 = 0,58 %.

La primera componente principal se asoció positiva y significativamente ($P < 0,0001$) con todas las medidas lineales (longitud de la caña: $r = 0,747$; longitud de la tibia: $r = 0,631$; longitud dorsal: $r = 0,625$; longitud de la pechuga: $r = 0,611$; ancho inter-fémures: $r = 0,738$; ancho inter-húmeros: $r = 0,688$ y circunferencia corporal: $r = 0,938$) a excepción del ancho de la pechuga ($r = -0,024$; $P = 0,734$). En consecuencia, PC1 puede ser considerada una componente de tamaño corporal asociado al volumen corporal dada su elevada correlación con la circunferencia del cuerpo. A mayor valor de esta componente corresponden aves de mayor altura (longitud de caña), mayor tamaño (mayor valor de las medidas lineales) y mayor circunferencia corporal.

La segunda componente principal se asoció negativa y significativamente con la longitud de la caña ($r = -0,216$; $P = 0,002$), longitud de la tibia ($r = -0,070$; $P = 0,005$) y la circunferencia corporal ($r = -0,232$; $P = 0,008$) pero principalmente con el ancho inter-fémures ($r = -0,441$; $P < 0,0001$) y con el ancho inter-húmeros ($r = -0,463$; $P < 0,0001$), en forma positiva con el ancho de la pechuga ($r = 0,367$; $P < 0,0001$) y con la longitud dorsal ($r = 0,784$; $P < 0,0001$). En consecuencia, PC2 puede ser considerada una componente de tamaño corporal vinculada a una conformación más estilizada en tanto a mayor valor de la componente corresponden aves de menor base ósea (menor altura), más angostas a nivel de húmeros y de fémures y de menor circunferencia corporal, con mayor longitud del cuerpo.

La Tabla 50 resume los valores correspondientes a las dos primeras componentes principales consideradas como nuevas variables aleatorias, en los seis grupos genéticos.

Tabla N° 50 - Estimadores de las dos primeras componentes principales correspondientes a ocho medidas lineales de conformación corporal, en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	-3,051 a ± 0,3138	- 2,708 a ± 0,2492	- 0,158 b ± 0,2511	- 0,316 b ± 0,2278	2,490 c ± 0,3578	3,133 c ± 0,3514
PC2	1,626 a ± 0,1872	0,684 b ± 0,1952	- 2,144 c ± 0,1882	- 2,307 c ± 0,1710	0,865 bd ± 0,1858	1,277 ad ± 0,1414
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

Con respecto a la primera componente, los cruzamientos simples presentaron el menor valor promedio, de signo negativo, indicando animales de menor tamaño y volumen, sin diferencias significativas entre ellos. Los cruzamientos de tres vías presentaron valores promedio intermedios, de signo negativo, sin diferencias estadísticamente significativas y los cruzamientos entre ambos cruzamientos simples -Caseros I y Caseros II- presentaron los mayores valores promedio (positivos) indicativos de aves de mayor tamaño y volumen sin que se observaran tampoco en este caso diferencias significativas entre las dos combinaciones recíprocas.

Con respecto a la segunda componente, los cruzamientos de tres vías presentaron valores promedio de signo negativo, no diferentes significativamente, y los cuatro grupos restantes mostraron valores promedio de signo positivo: Casilda CP presentó mayor valor de la componente que el otro cruzamiento simple y no se diferenció de Caseros II, mientras que Casida CP presentó valores promedio similares a los de Caseros I.

La Figura 29 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC1 (abscisa) y PC2 (ordenada).

Las Figuras 30, 31 y 32 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

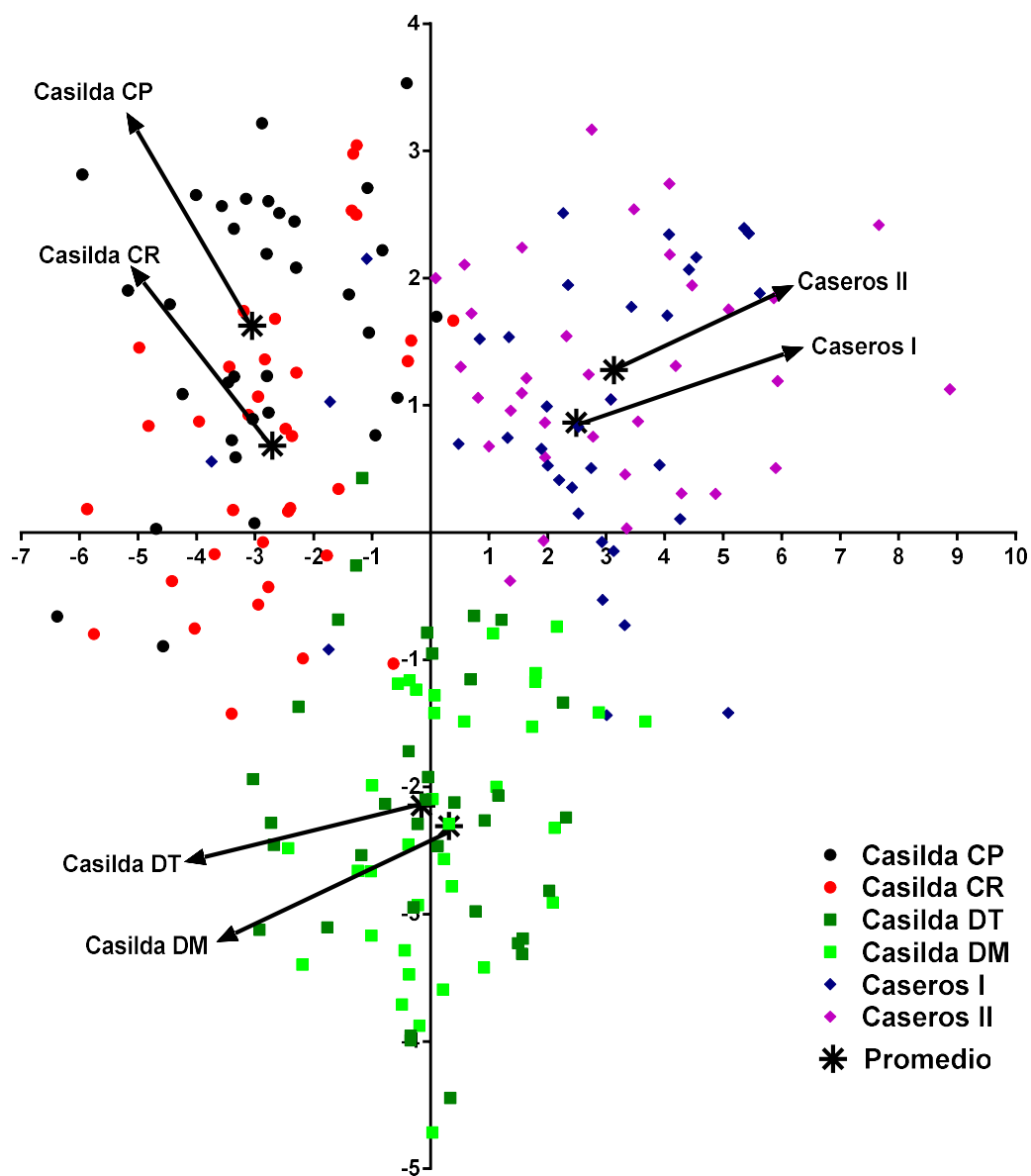


Figura N° 29 – Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

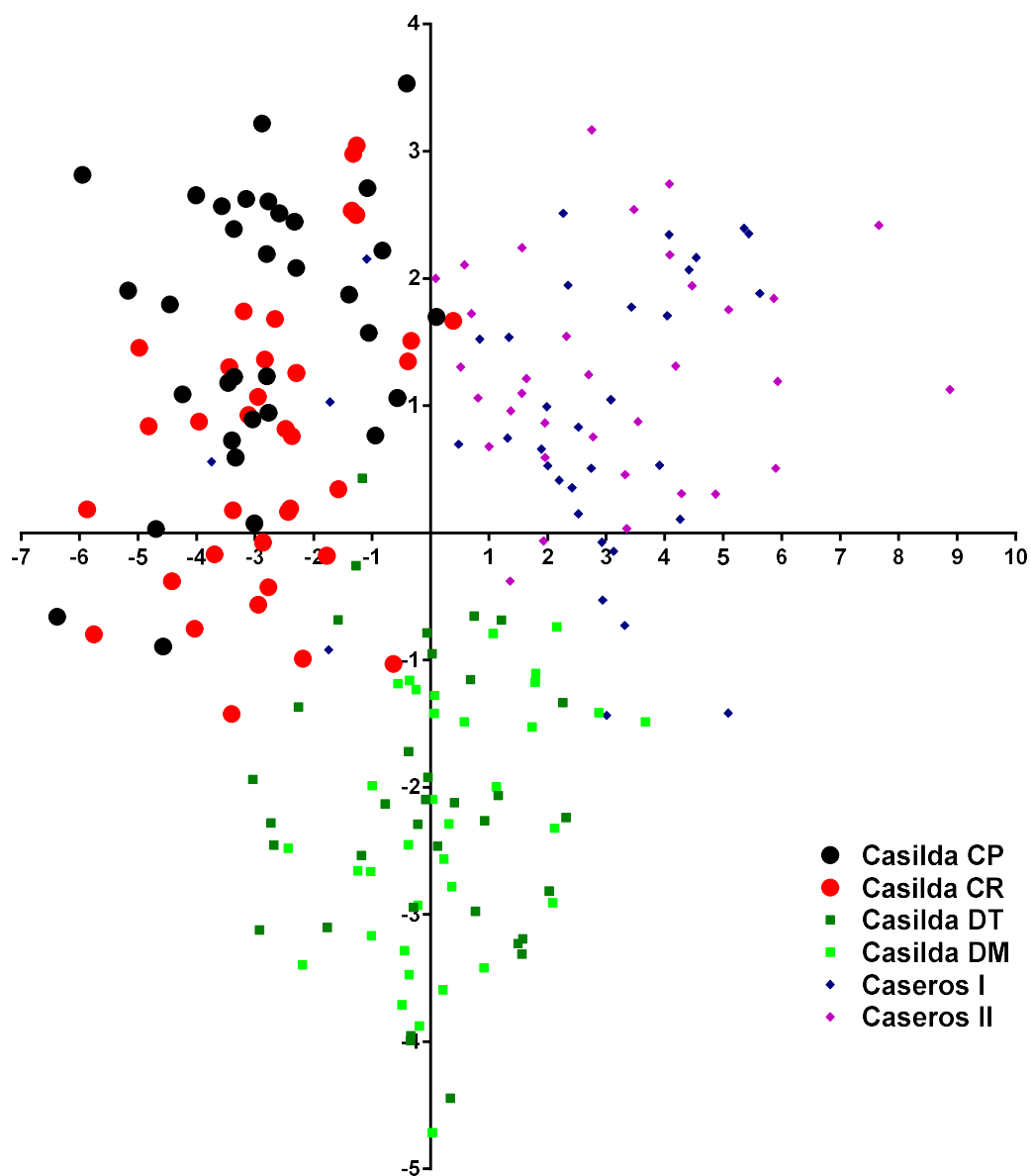


Figura N° 30 – Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

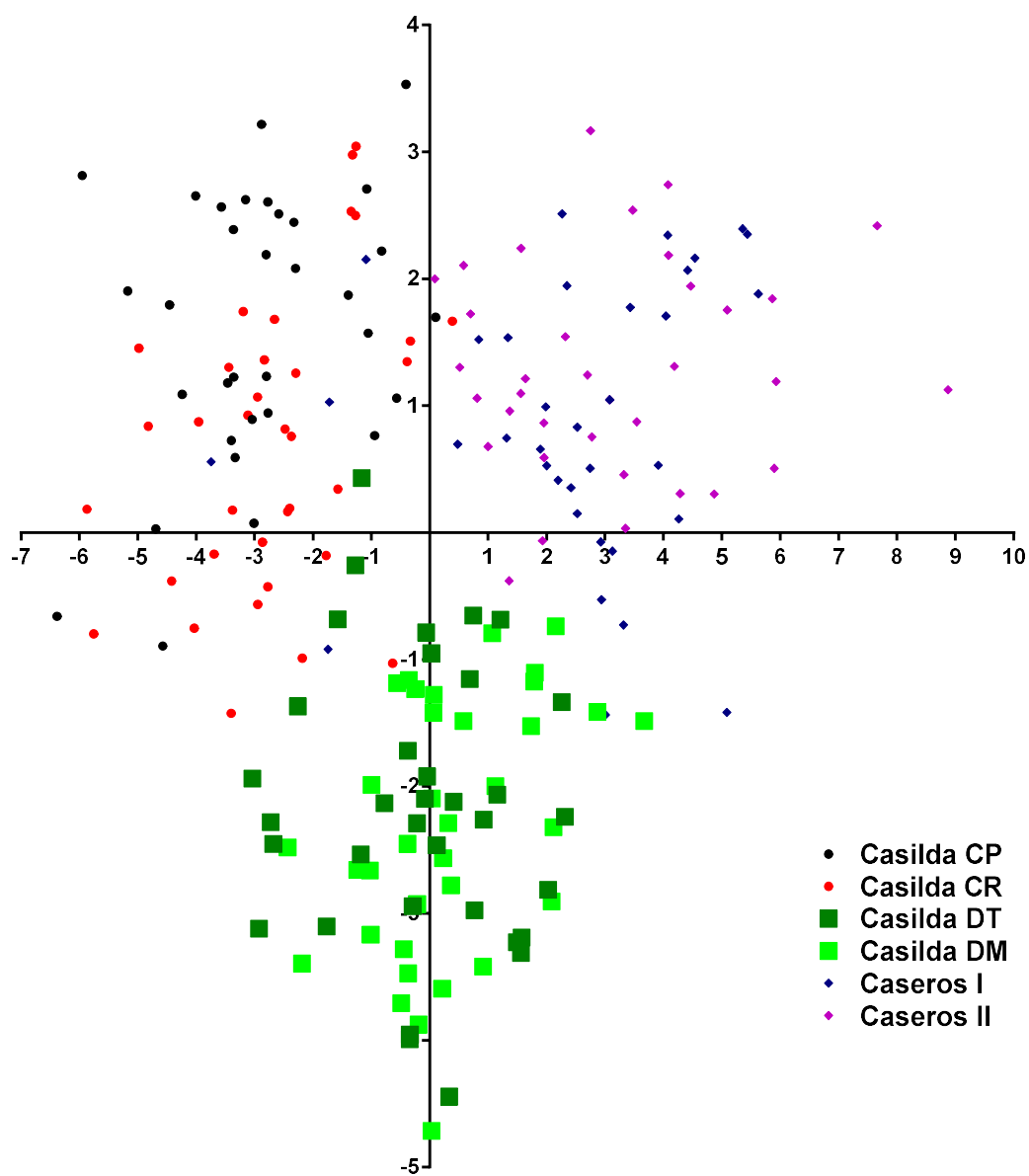


Figura N° 31 – Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

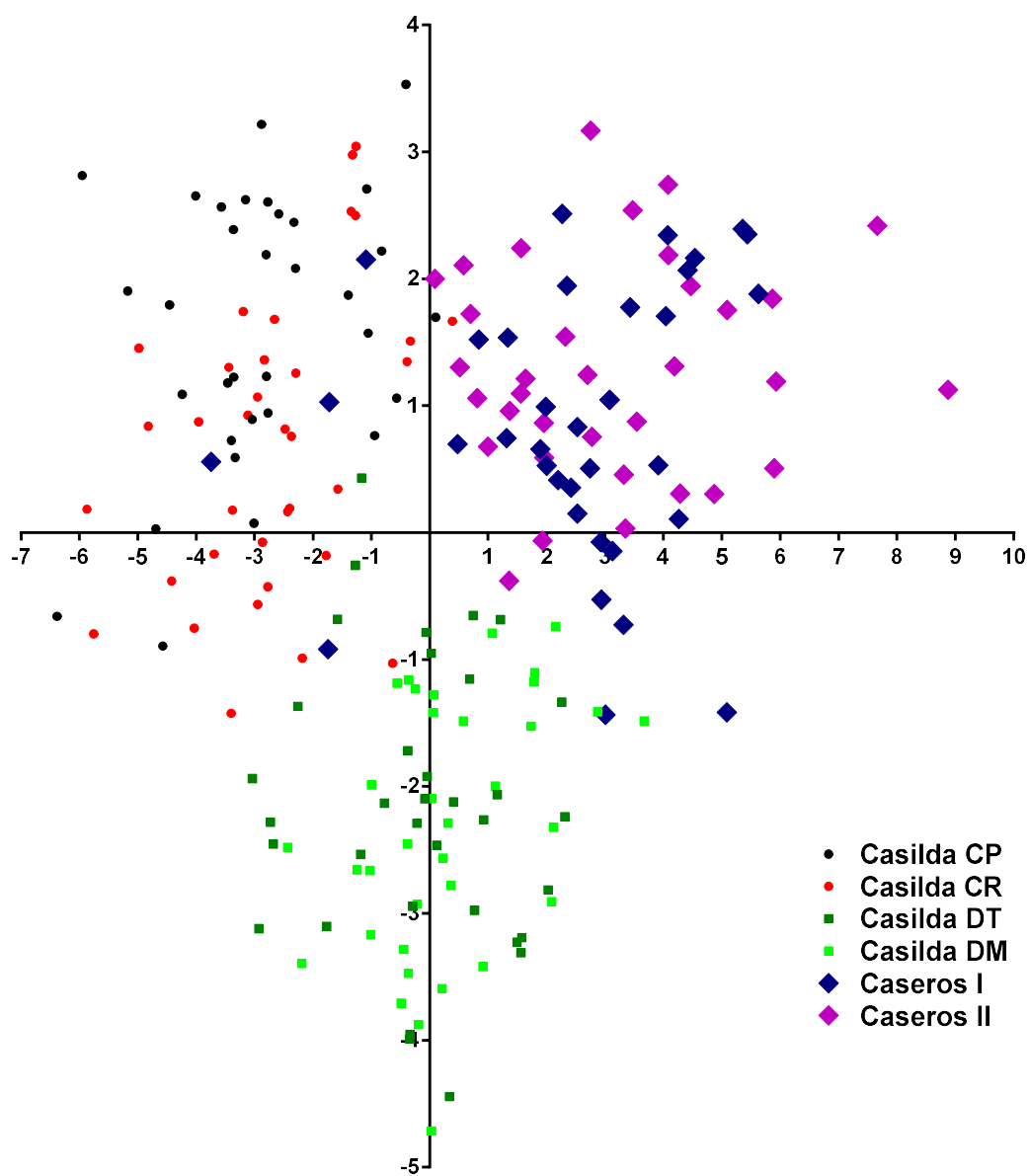


Figura N° 32 – Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

La Tabla 51 resume la asociación (coeficiente de correlación producto-momento de Pearson) de las dos primeras componentes principales (PC1 y PC2) con el peso corporal pre-faena, la superficie de la pechuga y los cuatro índices de conformación.

Tabla 51 – Asociación (valor y significado del coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson) de las dos primeras componentes del análisis de componentes principales (PC1 y PC2) aplicado a ocho medidas lineales de conformación con el peso corporal pre-faena, la superficie de la pechuga y cuatro índices de conformación				
	PC1		PC2	
	r	P	r	P
Peso corporal pre-faena	0,738	< 0,0001	0,219	0,002
Superficie de la pechuga	0,175	0,011	0,357	< 0,0001
Índice 1	- 0,340	< 0,0001	0,263	0,0001
Índice 2	0,371	< 0,0001	- 0,272	< 0,0001
Índice 3	0,473	< 0,0001	- 0,217	0,002
Índice 4	0,139	0,045	- 0,928	< 0,0001

Las dos primeras componentes principales mostraron asociaciones significativas con todas las variables. PC1 mostró mayor asociación con el peso corporal y menor asociación con la superficie de la pechuga que PC2. El signo de las correlaciones entre las dos componentes y los cuatro índices fue inverso. Mientras que PC1 mostró una asociación negativa con el Índice 1 y positiva con los tres índices de conformación restantes, PC2 se asoció en forma positiva con el Índice 1 y negativa con los índices 2, 3 y 4. Es de destacar el elevado significado estadístico de la asociación negativa entre el Índice vinculado con la volumetría corporal de las aves (I4) y los valores de PC2.

III.2.2. Análisis discriminante canónico

La Tabla 52 resume los resultados del análisis discriminante aplicado a las medidas lineales de conformación en los seis cruzamientos experimentales. El mismo confirmó la utilidad de dichas medidas lineales para diferenciar a las aves en función de su conformación corporal pre-faena (error de asignación: 28,6% = 60 aves /210).

En el caso de Casilda CP y Casilda CR los errores de clasificación se restringieron a las aves del mismo tipo de cruzamiento: el 34,3 % (12/35) de las aves Casilda CP categorizaron como Casilda CR y el 25,7 % (9/35) de estas últimas fueron asignadas al grupo Casilda CP. El mismo patrón se observó para los cruzamientos de tres vías en los que el 28,6 % (10/35) de las aves Casilda Doña Teresa fueron atribuidas al grupo Casilda Don Manuel y el 37 % (13/35) de

las aves Casilda DM se incluyeron entre las pertenecientes a Casilda Doña Teresa. Dos de las aves Casilda DT fueron identificadas como pertenecientes a Caseros I (1 ave) y Caseros II (1 ave). Por último, este comportamiento se reiteró al considerar a los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples: el 17,1 % (7/35) de las aves Caseros I se asignaron a Caseros II y el 20 % (7/35) de las aves Caseros II clasificaron como Caseros I. Tres machos Caseros I se asociaron a los cruzamientos experimentales de tres vías: dos como Casilda DT y el restante como Casilda DM.

Tabla N° 52 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico en función de las medidas lineales de conformación							
Grupo de origen	Grupo asignado						Total
	CP	CR	DT	DM	Cas I	Cas II	
CP	23	12	0	0	0	0	35
CR	9	26	0	0	0	0	35
DT	0	0	23	10	1	1	35
DM	0	0	13	22	0	0	35
Cas I	0	0	2	1	26	6	35
Cas II	0	0	0	0	7	28	35
Total	32	38	38	33	34	35	210
Número de aves mal clasificadas: 60							
• Proporción de aves mal clasificadas: $(60/210)*100 = 28,6 \%$							

La Tabla 53 presenta los valores correspondientes a las dos primeras componentes canónicas que explicaron, en conjunto, el 96,22 % de la variancia global, total que resultó de la suma de un 74,29 % correspondiente a la primera componente canónica y el 21,93% a la segunda.

Tabla N° 53 - Estimadores de las dos primeras componentes canónicas en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos en función de las medidas lineales de conformación						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Componente canónica 1	9,69 a ± 0,163	9,97 a ± 0,146	15,26 b ± 0,144	15,45 b ± 0,148	14,52 b ± 0,230	14,90 bc ± 0,168
Componente canónica 2	14,78 a ± 0,179	14,21 a ± 0,172	12,95 b ± 0,147	13,18 b ± 0,165	16,61 c ± 0,202	16,58 c ± 0,140
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar						
Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético						
a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos genotipos incluidos en cada grupo de cruzamientos. Los cruzamientos simples mostraron los menores valores de la primera componente canónica y valores intermedios de la segunda; los cruzamientos de tres vías presentaron, en promedio, los mayores valores de la primera componente canónica y los menores valores de la segunda y, por último, los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples asociaron los valores intermedios de la primera con los mayores valores de la segunda componente canónica.

La Figura 33 muestra la distribución de las 210 aves -35 por grupo genético- en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas. Se observa la ubicación de los cruzamientos simples a la izquierda del gráfico y los cuatro grupos restantes a la derecha. Dentro de estos últimos, los cruzamientos de tres vías se ubican por debajo de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples. Casilda CP y Casilda CR presentan una localización intermedia tomando como referencia el eje vertical (segunda componente canónica).

Las Figuras 34, 35 y 36 resaltan el comportamiento diferencial de cada par de cruzamientos (simples, tres vías y recíprocos, respectivamente) en relación a los dos pares de cruzamientos experimentales restantes.

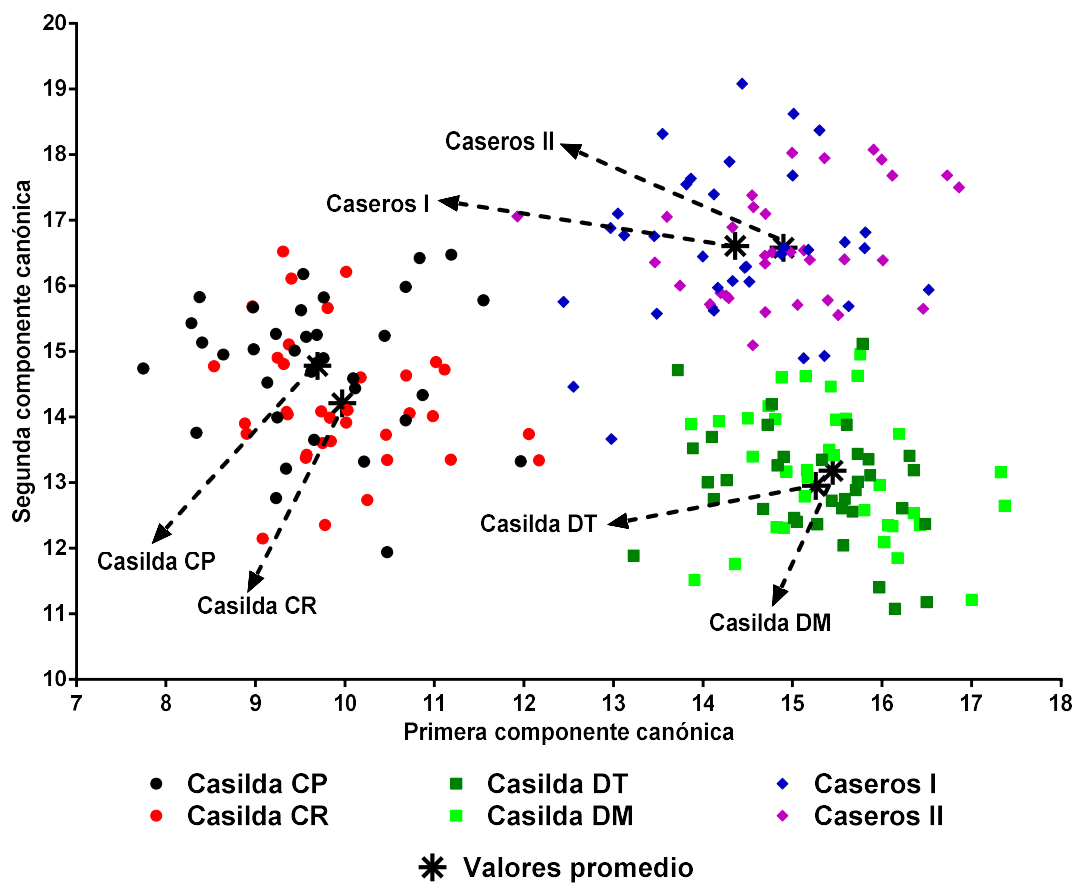


Figura 33 – Ubicación relativa de los seis grupos experimentales en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

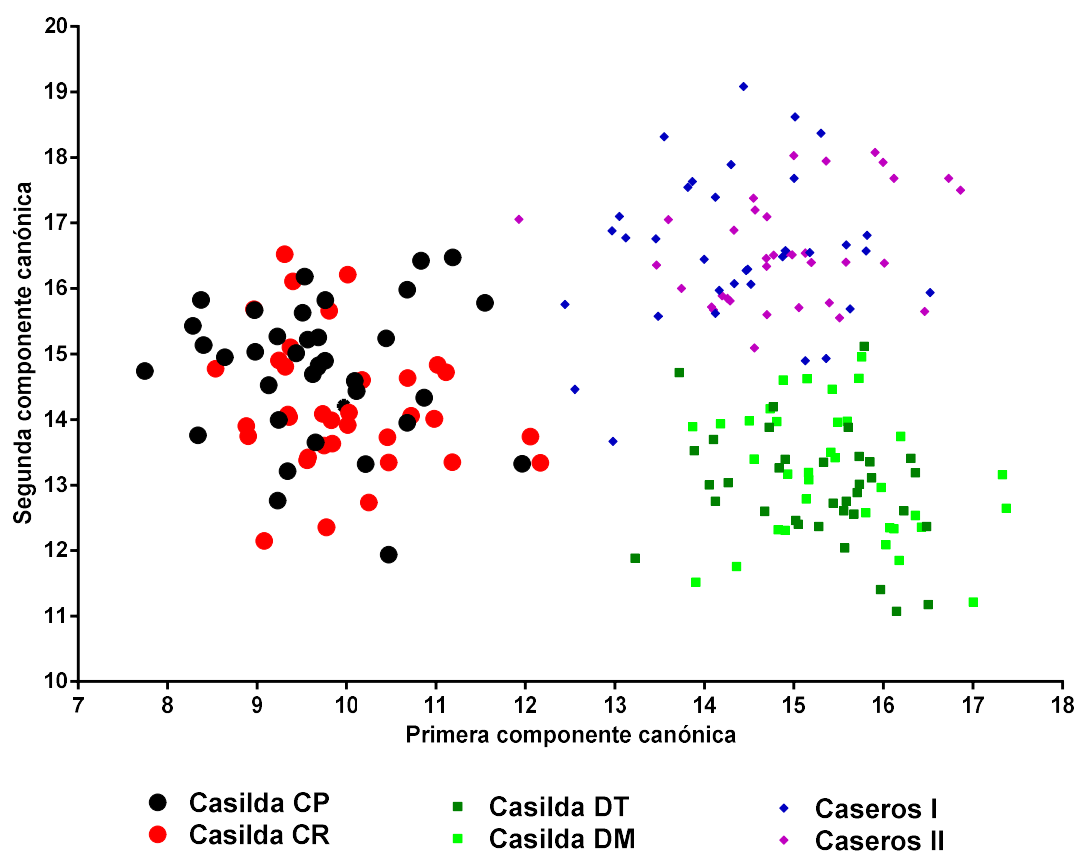


Figura 34 – Ubicación relativa de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

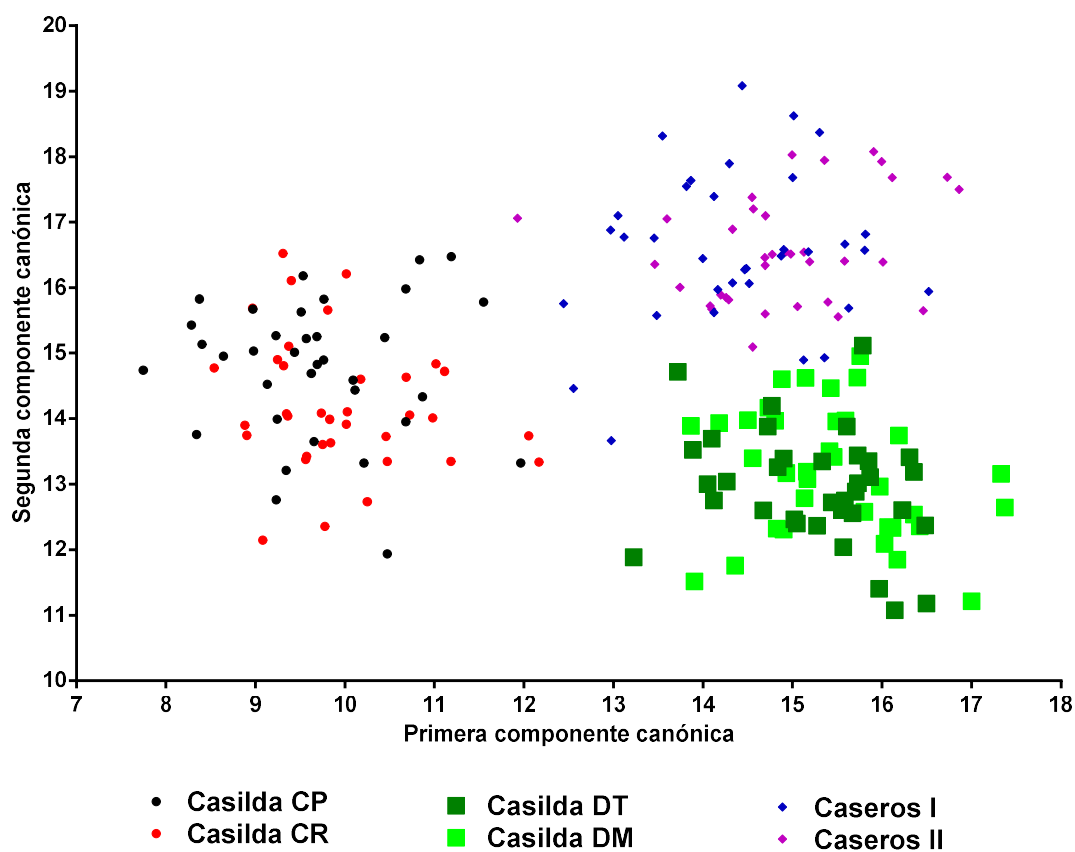


Figura 35 – Ubicación relativa de los cruzamientos experimentales de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

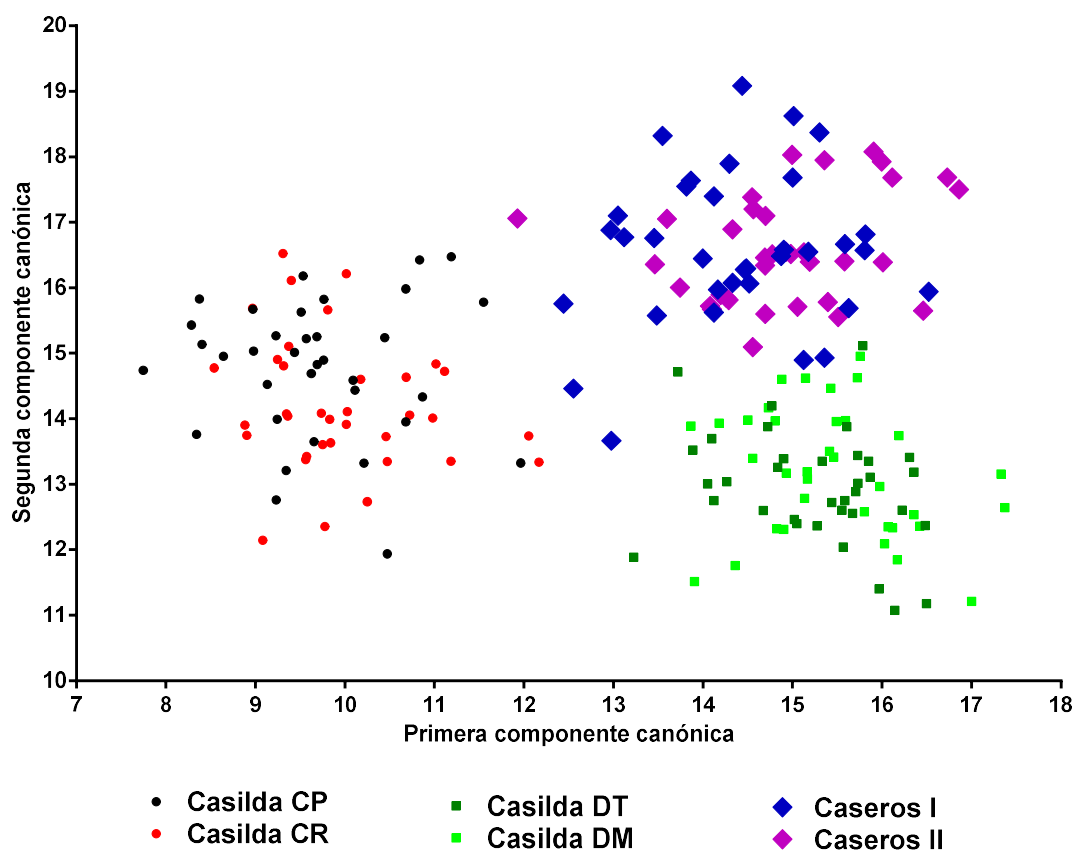


Figura 36 – Ubicación relativa de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante aplicado en base a las medidas lineales de conformación corporal

CAPÍTULO IV

Caracteres a la faena

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético aplicado en el ámbito de la producción avícola de carne se ha caracterizado tradicionalmente por el énfasis puesto sobre la tasa de ganancia de peso y la conversión alimenticia. La divergencia fenotípica observada entre las poblaciones actuales de pollos para carne y sus ancestros silvestres es consecuencia de la aplicación de las dos principales estrategias del mejoramiento genético: por un lado, una intensa selección artificial tendiente a aumentar la velocidad de crecimiento y el rendimiento a la faena y, por otro, la recreación de genotipos nuevos a través del manejo del sistema de apareamiento (Deeb y Lamont, 2002). Con respecto a la primera de estas dos estrategias, los criterios de selección aplicados en el mejoramiento genético de las estirpes reproductoras destinadas a la producción de los híbridos comerciales de pollos parrilleros permiten disponer, en la actualidad, de aves de rápido crecimiento y con un notable desarrollo de los músculos de la pechuga en comparación con los valores que caracterizaban al tradicional pollo de campo. En relación con la importancia adquirida por los cortes carniceros cabe resaltar que, si bien durante largo tiempo las aves de carne se comercializaron como piezas enteras, en las últimas décadas ha habido un notorio aumento de la proporción de aves criadas para ser comercializadas en partes o para su posterior procesamiento (Ewart, 1993). Esta progresiva transformación de la avicultura industrial hacia la comercialización de las aves como productos procesados, sumada a una creciente demanda de los consumidores por carnes blancas y alimentos saludables, modificó gradualmente los criterios clásicos de selección aplicados en los programas de mejoramiento de las aves de carne, asignando mayor importancia, por un lado, a la conformación carnicera y, por otro, al rendimiento de los componentes de la carcasa (Guenther *et al.*, 1995). En este nuevo contexto el aumento del rendimiento a nivel de cortes de mayor valor comercial tales como la pechuga y los muslos concentraron, conjuntamente con la disminución del contenido de grasa abdominal, la atención de los mejoradores e impulsaron la búsqueda de estrategias destinadas a optimizar los valores de dichos caracteres (Ewart, 1993; Watts y Kennett, 1995).

La variación en la proporción de los diferentes cortes de valor carnicero depende, a nivel corporal, de la distribución de músculo, hueso y grasa en cada ave durante su crecimiento y hasta al momento de la faena. Dadas las correlaciones genéticas positivas informadas entre el peso vivo y las dimensiones de la carcasa (Ricard y Rouvier, 1967; Melo, 2001) el peso corporal ha sido considerado tradicionalmente un buen estimador del rendimiento en cortes de valor

comercial a la faena. Redish y Lilburn (2004) observaron un mayor peso de la pechuga en machos de una línea seleccionada por tasa de crecimiento que en la población control. Pese a ello, si bien a medida que el ave crece aumenta tanto la proporción de cortes valiosos como la proporción de grasa de la carcasa, se dispone de evidencia (Ricard y Rouvier, 1967; Cahaner *et al.*, 1986) referida a la existencia de variancia genética para estos caracteres, independiente de la tasa de crecimiento. Tal independencia podría explicar el evidente resultado obtenido como consecuencia de la intensa presión de selección aplicada para aumentar la masa muscular (Ewart, 1993) con el consiguiente aumento en la tasa de crecimiento de los músculos pectorales, que presentan un nivel de respuesta mayor que el observado en el peso corporal total (Lilburn, 1994).

Si bien las diferencias raciales desempeñan un rol de clara trascendencia en el mejoramiento de este tipo de aves (Gilpin *et al.*, 1960; Ricard y Rouvier, 1967; Abeni y Bergolio, 2001), también se han comunicado efectos de la edad, del sexo y del peso al sacrificio sobre el rendimiento de la canal de las aves de carne (Guenther *et al.*, 1995; Moran, 1995; Omojola *et al.*, 2004). Estas cuestiones adquieren particular relevancia en el caso de las aves con menor velocidad de crecimiento destinadas a sistemas semi-intensivos o incluso extensivos en tanto los protocolos de producción establecen restricciones con respecto a la edad mínima de faena. Asimismo, aún en ausencia de autosexado o de sexado por cloaca, el mayor lapso de crecimiento posibilita identificar el sexo en un momento relativamente temprano de ciclo productivo y decidir respecto de la recría y terminación en lotes mixtos o bien en sexos por separado.

Con respecto al genotipo de las aves diversos autores han informado diferencias en el rendimiento de la carcasa total o eviscerada, de partes de la carcasa y para carne, piel y huesos (Bouwkamp *et al.*, 1973; Orr *et al.*, 1984; Gyles, 1987). La proporción de cortes valiosos y de grasa abdominal a la faena en poblaciones comerciales con diferente velocidad de crecimiento y bajo diferentes sistemas de crianza, brindan evidencia del efecto del genotipo sobre la distribución de la masa corporal de este tipo de aves, atribuible a las respuestas diferenciales a la presión de selección a la que sus poblaciones se han visto sometidas históricamente (Blagojevi *et al.*, 2009). Las diferentes estirpes de la raza Cornish, por ejemplo, o sus cruzamientos, han evidenciado un mayor rendimiento de carne de pechuga o de carcasa en comparación con otras razas asimiladas (Jaap, 1941; Davis y Hutto, 1953; Hathaway *et al.*, 1953; Scotts y Darrow, 1953; Morrison *et al.*, 1954; Moran *et al.*, 1970; Broadvent *et al.*, 2004)

lo que justifica su inclusión en los cruzamientos terminales que dan origen a las diferentes variantes de pollos parrilleros. La información referida al efecto de la edad de faena no es coincidente. Mientras en algunos trabajos (Perreault y Lesson, 1992) se informan diferencias en la relación carne: hueso y en el rendimiento de los cortes comerciales entre los 35 y 60 días de edad de las aves en coincidencia con evidencia (Michelan Filho y Souza, 2001; Young *et al.*, 2001) según la cual el patrón de crecimiento de la pechuga permitiría predecir un mejor rendimiento de este corte en aves adultas y con mayor peso corporal, en otros estudios (Albuquerque *et al.*, 2003) no se observaron efectos significativos de la edad de faena sobre el rendimiento en cortes valiosos.

Otro componente corporal de interés productivo, además de la proporción de los cortes carniceros de mayor valor comercial, es la grasa. A este respecto se ha constatado que, paralelamente a la respuesta directa observada en las poblaciones comerciales a nivel de la tasa de crecimiento tuvo lugar, como respuesta correlacionada, una conducta hiperfágica que se tradujo en una deposición excesiva de grasa corporal (Lin, 1981; Leenstra, 1986; Havenstein *et al.*, 1994; Kessler *et al.*, 2000; Rance *et al.*, 2002). Este exceso de grasa en la canal, además del rechazo que produce en la mayoría de los consumidores, deteriora la conversión alimenticia y disminuye el rendimiento debido a que es eliminada durante la faena (Gilpin *et al.*, 1960; Chambers, 1990; Kessler *et al.*, 2000). No obstante ello, un mínimo contenido de grasa a nivel intramuscular asegura una óptima calidad sensorial debido a su influencia sobre la ternura y el aroma de la carne.

Uno de los principales depósitos de grasa en los pollos es el panículo abdominal que representa aproximadamente el 3,5% del peso vivo del ave y el 15% de la grasa corporal total (Griffin, 1996; Aranibar y Mateos, 2005). Dado que el contenido de grasa abdominal es un carácter cuantitativo que responde a la selección (Michelan Filho, 1986; Gaya, 2003) y que está marcadamente asociado con la deposición de grasa en otras regiones de la canal (Becker *et al.*, 1981a, 1981b), se postuló que el mismo podría ser utilizado como predictor del contenido de grasa corporal total y, en consecuencia, incorporado como criterio de mejoramiento con el objetivo de obtener canales más magras, algo que ya había sido propuesto previamente por Ricard (1974).

La evidencia empírica disponible indica que el genotipo, el sexo, la edad, la temperatura ambiente y la nutrición afectan la deposición de grasa en aves de carne. Con respecto al genotipo, la proporción de este depósito puede variar en promedio en más de un 20% entre

diferentes líneas comerciales de pollos parrilleros. La comparación del rendimiento de partes de carcasas evisceradas en parrilleros de nueve semanas de edad, en líneas seleccionadas por alta y baja grasa abdominal como porcentaje del peso vivo, y por alto y bajo peso corporal, puso en evidencia diferencias significativas entre las líneas en la proporción de grasa abdominal y de peso vivo, pero similar rendimiento de la carcasa (Ricard y Leclercq, 1985). En lo que al sexo se refiere, en determinaciones a la misma edad cronológica el contenido de grasa es mayor en las hembras que en los machos lo que ha sido atribuido, entre otros factores, a la presencia de adipocitos más largos en dicho sexo (Smith, 1998; Vieira y Moran, 1998) además del hecho que, comparadas a la misma edad cronológica, las hembras son más maduras que los machos. En términos de la nutrición, la relación proteína:energía de la dieta es un factor de gran impacto en la deposición de este tejido (Tumova y Teimouri, 2010).

Resulta evidente que todo avance en la comprensión de la base genética relacionada con estos caracteres, y específicamente con la deposición de grasa corporal, facilitará progresar en su mejoramiento. En este sentido, un aspecto básico es el referido a la estimación de parámetros genéticos cuyo conocimiento, aun cuando sus valores dependen de la población en la que se lleva a cabo la estimación, orienta acerca del tipo de acciones génicas involucradas en su determinación. Zerehdaran *et al.* (2004) estimaron la heredabilidad de la proporción de grasa abdominal, de la proporción de piel como estimador de la grasa subcutánea y de la proporción de grasa intramuscular, en machos y en hembras de una línea de aves de carne y obtuvieron valores de 0,71, 0,24 y 0,08, respectivamente. En el mismo estudio se observó una elevada correlación genética entre el peso del depósito adiposo abdominal y el peso de la piel, mientras que la correlación entre el peso de la grasa abdominal y la proporción de grasa intramuscular fue casi nula, evidencia que sugeriría que es posible reducir el contenido de grasa abdominal y subcutánea, sin afectar significativamente el contenido de grasa intramuscular, carácter asociado, como se mencionó previamente, con importantes propiedades organolépticas y de palatabilidad del producto final. El peso corporal a las siete semanas de edad mostró una correlación positiva con los caracteres relacionados con la grasa, la que fue elevada para proporción de grasa intramuscular (0,87) y moderada a baja para la proporción de grasa en la piel (0,17) y de grasa abdominal (0,13). Por lo tanto, los caracteres de la carcasa podrían mejorarse por selección artificial por peso a la edad de faena reduciendo la proporción de grasa abdominal –los animales más pesados a la misma edad cronológica presentan mayor velocidad

de crecimiento y menor deposición de grasa- sin afectar el contenido de grasa intramuscular vinculado con la calidad de la carne.

Gaya *et al.* (2005) estudiaron las tendencias genéticas registradas a lo largo del tiempo para los caracteres peso corporal y proporción de grasa abdominal expresada como el cociente entre el peso de la grasa abdominal y el peso corporal pre-faena, ambos medidos a los 42 días de edad, estudio que permitió monitorear los cambios producidos por la selección en un carácter de interés. Dichas tendencias genéticas se estimaron por regresión sobre los promedios de valores genéticos de contenido de grasa por unidad de tiempo. De acuerdo a este análisis, la deposición de grasa abdominal en las líneas de parrilleros tiende a incrementarse durante el proceso de selección, lo que puede atribuirse a la correlación existente entre el peso corporal y el contenido de grasa abdominal (Lin, 1981; Chambers, 1990; Gaya, 2003) dado que en las líneas estudiadas el peso corporal fue el criterio de selección empleado, mientras que tiende a permanecer estable cuando los valores genéticos individuales se relativizan por el peso corporal. Le Bihan-Duval *et al.* (2008) estimaron parámetros genéticos en caracteres relacionados con la calidad de carne de cortes valiosos y sus correlaciones genéticas con otros caracteres de interés productivo, en una línea comercial de alto peso corporal. Dado que no se observaron incompatibilidades genéticas entre cantidad y calidad de carne, los autores concluyeron que los caracteres evaluados podrían ser mejorados por selección sin comprometer el rendimiento a la faena.

Además de los argumentos asociados a la metodología de la genética cuantitativa clásica, en la actualidad la selección asistida por marcadores está siendo utilizada como estrategia para el mejoramiento de la conversión alimenticia y otros caracteres relacionados con el rendimiento en las poblaciones comerciales de aves de carne (Abasht *et al.*, 2006). Existe evidencia experimental que considera que la epistasis, generalmente definida como la interacción entre dos o más genes o entre sus ARNm o entre sus productos génicos, que pueden influenciar a un carácter simple (Warden, 2004), desempeñaría un rol de importancia en la base genética de caracteres complejos en los animales domésticos (Hu *et al.*, 2010). Si bien se han identificado varios QTLs y SNPs en genes candidatos que afectan la deposición de grasa en pollos (Abasth 2006; Konning 2007) aún no hay claridad respecto del modo en que las interacciones epistáticas influyen específicamente en la determinación de ese carácter complejo (Carlborg *et al.*, 2006; Estellé, 2008).

Dado que la composición corporal del ave sufre modificaciones a medida que esta crece, además de la habitual caracterización estática llevada a cabo en el momento de la faena, los enfoques dinámicos del proceso de crecimiento pueden brindar una información más completa considerando el peso total de cada individuo o el peso de alguna de sus partes. Como se mencionó al tratar aspectos vinculados con el crecimiento dimensional, se han utilizado diversos modelos matemáticos -tanto con fines descriptivos como predictivos- para ajustar los datos peso corporal-edad entre los cuales se cuentan las diferentes variantes del modelo sigmoideo de Richards (funciones logística, Gompertz, von Bertalanffy). El modelo sigmoideo de Gompertz ha sido empleado en las aves, para estudiar la evolución tanto del peso corporal como la de diferentes cortes de valor carnicero como los músculos de la pechuga. Gous *et al.*, (1999) estudiaron la potencialidad de este modelo para caracterizar el patrón de crecimiento de la pechuga y de otros componentes corporales, en aves de ambos sexos de poblaciones comerciales de pollos parrilleros. Dado que los valores correspondientes a la tasa de maduración de los músculos de la pechuga -pectoral mayor y pectoral menor- fueron similares a la del peso corporal total, observándose una relación alométrica entre dichos pesos, se concluyó que el crecimiento de la pechuga de esos genotipos podía ser caracterizado satisfactoriamente a través de los parámetros tasa de maduración y coeficiente alométrico. Morán *et al.* (1999) informaron que en algunas poblaciones comerciales de parrilleros el punto de inflexión para el peso corporal se alcanza antes que el correspondiente al peso de la pechuga, por lo que el crecimiento de la masa muscular continúa aun cuando la tasa de aumento del peso vivo ya comienza a declinar. Estudios posteriores vinculados a la dinámica del peso corporal y de la pechuga entre el nacimiento y los 56 días de edad, en poblaciones comerciales de pollos parrilleros de ambos sexos, utilizando la función de Gompertz, pusieron en evidencia diferencias en las tasas de maduración entre sexos. En el momento de la eclosión el pollito BB no requiere de un gran desarrollo de los músculos pectorales y, en consecuencia, los mismos presentan escaso desarrollo al nacimiento seguido de un rápido crecimiento compensatorio posterior (Scheuermann *et al.*, 2003). Como se expresó previamente, en términos generales, la máxima tasa de crecimiento para el peso corporal se alcanza a una edad más temprana que para el peso de la pechuga. Zuidhof (2005) estudió la dinámica de crecimiento de diferentes partes de la carcasa de pollos parrilleros en función de la edad del ave e informó diferencias en las tasas de maduración entre los diferentes cortes. Mientras que las alas y los cortes traseros alcanzaron su

valor asintótico, en promedio a los 112 días de edad del ave, los músculos pectorales continuaron aumentando su peso aún después de dicha edad.

En las últimas décadas, el bienestar animal ha comenzado a ser considerado una estrategia de mercado. Vinculado con este cambio de actitud, los sistemas productivos con manejo intensivo son con frecuencia objeto de críticas, entre otras razones, por no priorizar dichas cuestiones durante la crianza de los animales (Jones y Mills, 1999) lo que conlleva graves consecuencias a nivel fisiológico (Marin *et al.*, 2001) y en sus patrones de conducta (Mendl, 1999). Ante esta evidencia se ha planteado que la crianza en sistemas alternativos al convencional, redundaría en productos más saludables (Pavlovski *et al.*, 2009 a,b) y, a partir de ello, la modalidad de crianza es considerada uno de los factores no genéticos comprometidos con el tema, aun con las discrepancias planteadas por diferentes autores en relación a sus efectos sobre la calidad y el rendimiento en carne de los animales (Pavlovski *et al.*, 2011). Algunas investigaciones (Sosnówka-Czajka *et al.*, 2007) han informado que las aves criadas en condiciones de semi-libertad pueden expresar sus patrones habituales de conducta y en consecuencia no ven comprometido su bienestar. Castellini *et al.*, (2002) y Jahan *et al.*, (2004) informaron que la cría en condiciones semi-intensivas, con acceso a pasturas y mayor actividad de las aves, disminuye el contenido de lípidos en la carne. La consideración de estos aspectos incorpora el hecho que las poblaciones de aves para carne utilizadas en sistemas semi-intensivos que enfatizan la preservación del bienestar animal, son poblaciones con menor velocidad de crecimiento que, por ende, alcanzan el peso objetivo de faena a mayor edad cronológica, dos cuestiones directamente relacionadas con los cortes valiosos y la proporción de grasa al momento del sacrificio. Varios autores (Ristic y Damme, 2002; Grashorn y Serini, 2006) informaron mayor calidad de la carne pero menor proporción de masa corporal a la faena en aves de lento crecimiento bajo sistemas alternativos de crianza. Owens *et al.*, (2006) compararon poblaciones con menor velocidad de crecimiento e híbridos comerciales, sometidos a dos sistemas de crianza -intensivo y semi-intensivo- y observaron mayor masa corporal y mayor proporción de pechuga en los híbridos comerciales en ambos sistemas de crianza. Wang *et al.* (2009) estudiaron los efectos del sistema de crianza sobre el crecimiento y los caracteres a la faena en aves con menor velocidad de crecimiento que las poblaciones comerciales e informaron, además de la menor tasa de ganancia de peso, una menor proporción de grasa abdominal en las aves criadas en semi-libertad en relación a aquellas bajo cría convencional, coincidiendo con lo comunicado por otros autores en un estudio anterior (Fanatico *et al.*, 2005)

pero en discrepancia con los resultados informados por Castellini *et al.* (2002) en relación a la mayor proporción de pechuga y muslo y por Santos *et al.* (2005) en relación a la mayor ganancia de peso corporal, en aves bajo sistemas de crianza alternativos. Blagojevi *et al.*, (2009) informaron una mayor deposición de grasa abdominal en poblaciones comerciales de aves con diferente velocidad de crecimiento bajo sistemas de crianza extensiva, pero similar rendimiento relativo de la carcasa en todos los genotipos evaluados. Bogosavljevic-Boskovic *et al.*, (2010) analizaron la composición química de la pechuga y del muslo en aves de carne de ambos sexos bajo dos sistemas de crianza e informaron que el manejo de las aves en el sistema extensivo con acceso a parque resultó en un contenido significativamente mayor de proteína y menor de grasa en ambos cortes de importancia carnicera, presentando las hembras mayor contenido de grasa y menor contenido de proteína que los machos. Molee *et al.* (2011) evaluaron el efecto del sistema de crianza – en confinamiento versus a campo- sobre el crecimiento, el rendimiento a la faena, parámetros hematológicos y daños por picaje. Los autores comunicaron que el sistema de manejo no afectó el rendimiento a la faena ni las variables hematológicas estudiadas pero registraron menores daños por picaje en las aves mantenidas en forma extensiva. Mitrovic *et al.* (2011) trabajaron con dos razas locales de pollos para carne criados en condiciones semi-intensivas hasta los 84 días de edad e informaron un marcado dimorfismo sexual en el peso vivo y en el peso de la carcasa favorable a los machos, mientras que las hembras presentaron mayor rendimiento relativo y mayor contenido de grasa abdominal. Pavlovski *et al.*, (2011) compararon parámetros físico-químicos a nivel de cortes de pechuga y muslo resultantes de pollos criados en confinamiento y criados en sistemas en semilibertad, sin encontrar diferencias significativas entre los grupos estudiados.

Si bien la caracterización univariada de los caracteres a la faena brinda información relevante acerca de los mismos y permite evaluar los efectos de diferentes fuentes de variación tales como el genotipo, la edad, el sexo, el manejo de la alimentación, entre otras, también en este caso se han implementado aproximaciones multivariadas como es el caso del análisis de componentes principales (Pinto *et al.*, 2006) y el análisis discriminante canónico (Rosario *et al.*, 2008) utilizando el peso de diferentes cortes como estrategias dirigidas al diseño de índices selectivos en el primer caso y al análisis del desempeño global de diferentes genotipos en el segundo.

Además de las caracterizaciones estáticas vinculadas con la evaluación de la proporción de pechuga, pata, muslo, grasa y rendimiento a la faena, otra aproximación al problema

específico de la evaluación de la composición corporal proviene de los estudios de faena seriada (Goliomytis *et al.*, 2003) que permiten estimar el comportamiento dinámico del crecimiento de los diferentes componentes del cuerpo.

Otro enfoque del problema de la composición corporal y de la proporción de cortes de interés carnicero en pollos es el relacionado con el nivel molecular. A igual que lo mencionado para otros aspectos del crecimiento dimensional, como así también para la eficiencia alimenticia, también en este caso se han llevado a cabo experimentos tendientes a identificar regiones cromosómicas vinculadas con este tipo de caracteres de trascendencia económica (Ikeobi *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2003; Ikeobi *et al.*, 2004; Jennen *et al.*, 2004; Zhou *et al.*, 2006b) con la intención, principalmente, de utilizar esa información en programas de selección asistida por marcadores.

En lo que al pollo campero se refiere, Dottavio *et al.* (2009) estudiaron la proporción de pechuga, muslo, grasa abdominal y rendimiento a la faena en seis poblaciones experimentales de crecimiento lento e informaron que las mismas presentaban, tanto en término de rendimiento a la faena como de proporción de grasa y de cortes valiosos, valores promedio habituales en pollos para carne de crecimiento lento y, por lo tanto, se presentaban como opciones alternativas a la versión tradicional del pollo Campero INTA. En otro trabajo (Dottavio *et al.*, 2012a) se evaluó el comportamiento de aves de ambos sexos pertenecientes a cruzamientos experimentales en relación a caracteres a la faena y se observaron efectos significativos del grupo genético y del sexo sobre todas las variables evaluadas como así también interacción genotipo x sexo sobre el peso pre-faena, el peso eviscerado, el peso del muslo y la proporción de grasa abdominal. La ausencia de un patrón consistente de asociación entre la proporción de cortes comerciales y de grasa abdominal, con el peso pre-faena, indicaría cierta independencia entre dichas variables y el peso corporal. Asimismo, la evaluación de las progenies obtenidas a partir de cruzamientos experimentales entre las diferentes poblaciones sintéticas maternas de reproductoras camperas disponibles en el núcleo genético en INTA Pergamino y una de las poblaciones sintéticas paternas mejorada por tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia (Dottavio *et al.*, 2014a) mostró en todas ellas un buen desarrollo de la pechuga y un rendimiento de la carcasa a la faena, compatibles con su producción comercial, si bien la proporción de grasa abdominal superó tanto la registrada en Campero INTA utilizado como grupo de referencia como los valores habitualmente informados en la literatura para este componente corporal en poblaciones de aves para carne de menor velocidad de crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio estático

Las aves ($n = 35$ por grupo genético) fueron faenadas entre los 63 y los 84 días de edad cuando alcanzaron el peso objetivo promedio de 2.500 g. El día de la faena, tras un ayuno de ocho horas, fueron trasladadas a las instalaciones destinadas a tal fin en la Sección Aves de la EEA INTA Pergamino. El tiempo transcurrido entre la recolección de los animales en el sector de cría y terminación y el momento de la faena no excedió las tres horas. El sacrificio se llevó a cabo por corte neto de la vena yugular y desangrado total en 1 minuto 30'' como mínimo. Las aves ingresaron al sector de escaldado y desplume completamente desangradas.

En cada ave de cada grupo genético se registró:

- el peso vivo en ayunas
- el peso post-sacrificio y desangrado
- el peso desplumado
- el peso libre de cabeza y patas
- el peso de la canal eviscerada
- el peso de la grasa abdominal (Griffith *et al.*, 1978; Becker *et al.*, 1984)
- el peso de la pechuga no deshuesada y
- el peso de la pata y el muslo derechos.

El peso de las plumas se calculó como la diferencia entre el peso post-sacrificio y desangrado y el peso desplumado.

El peso de la cabeza y de las patas se calculó como la diferencia entre el peso desplumado y el peso del pollo libre de cabeza y patas.

El peso de las vísceras se calculó como la diferencia entre el peso libre de cabeza y patas y el peso de la canal eviscerada.

Las proporciones de los dos cortes valiosos -pechuga y pata-muslo- y de la grasa abdominal se calcularon como el cociente entre el peso del componente y el peso vivo en ayunas (proporción 1) o el peso eviscerado (proporción 2). El rendimiento se calculó como el cociente entre el peso eviscerado y el peso vivo pre-faena.

Análisis estadístico

Análisis univariado

El efecto del grupo genético sobre las diferentes variables respuesta mencionadas se evaluó, para cada tipo de cruzamiento - simples, de tres vías y recíprocos entre los cruzamientos simples- con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación (genotipo) seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

Las proporciones de pechuga con hueso, pata-muslo derecho y grasa abdominal en función del peso eviscerado y el rendimiento a la faena correspondientes a los seis cruzamientos experimentales se evaluaron a igual peso corporal con un análisis de la covariancia utilizando como covariable el peso corporal pre-faena.

Análisis multivariado

La proporción de grasa, la proporción de pechuga con hueso y de pata muslo en relación al peso pre-faena junto con el rendimiento a la faena 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 así como las componentes canónicas generadas por el análisis discriminante 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. La asociación de las mismas con cada una de las cuatro variables originales se evaluó a partir del cálculo del coeficiente de correlación producto-momento de Pearson.

Experimento de faena seriada

Se faenaron, a intervalos semanales entre los 7 y los 84 días de edad (12 edades), seis aves de cada grupo genético extraídas aleatoriamente de la población general en control. El proceso total se llevó a cabo en dos días consecutivos (Goliomytis *et al.*, 2003).

En el primer día se llevó a cabo la faena. Inmediatamente antes de la misma se pesaron las aves y se registró el peso vivo pre-faena. A continuación se sacrificaron por dislocación cervical, se desangraron y se registró el peso desangrado; se desplumaron luego de inmersión

en agua a 65°C durante 1 minuto y se registró el peso desplumado; se evisceraron manualmente y se registró el peso eviscerado; el hígado, la molleja y el corazón se pesaron individualmente; se extrajo el depósito graso abdominal y se determinó su peso; se separó la cabeza, lo mismo se llevó a cabo con las patas a nivel de la articulación entre la tibia y el tarso y se registró el peso final. Por último, las canales evisceradas y libres de cabeza y pata se colocaron en bolsas de polietileno identificadas y se guardaron en heladera a 4°C hasta el momento de su disección.

El segundo día (24 horas post-faena) se llevó a cabo la disección. La carcasa se dividió en pechuga, pata y muslo, alas y resto de la carcasa, registrándose el peso de cada parte. La pechuga se separó a la altura del hombro y a lo largo de la unión entre las vértebras y las costillas externas. Las alas se separaron a nivel del hombro. Las patas se separaron cortando a través de la articulación iliofemoral incluyendo en el corte tanto la pata como el muslo. La pata izquierda se separó en pata y muslo a nivel de la articulación tibio-femoral. La pechuga, la pata y el muslo se separaron en piel, carne y hueso y se registró el peso de estos tres componentes en los tres cortes valiosos: pechuga, pata y muslo.

Análisis estadístico

Los pesos de la pechuga con hueso, de la pata-muslo derecha en forma conjunta, de la pata y el muslo por separado, del ala, del depósito graso abdominal, del hígado, del corazón y de la molleja, registrados en cada ave en cada edad, se relativizaron al peso vivo pre-faena.

Los pesos de la piel, la carne y el hueso de la pechuga, de la pata y del muslo se relativizaron al peso del corte respectivo.

Los valores relativos promedio de cada una de las variables mencionadas se graficaron en función de la edad cronológica y se procedió a su ajuste por regresión lineal o no lineal (modelo logístico, modelo exponencial decreciente) según correspondiera en función del significado estadístico de la prueba de linealidad.

Modelo logístico: $Y_t = A (1 + b \exp (-kt))^{-1}$

donde:

Y_t = valor del componente corporal considerado, en el tiempo t

A = valor asintótico del componente corporal considerado

b = parámetro de posición (constante de integración sin significado biológico)

k = tasa de aproximación al valor asintótico A

t = edad del ave en semanas

Modelo exponencial decreciente: $Y_t = (Y_0 - \text{Plateau}) * \exp(-k*t) + \text{Plateau}$
 donde:

Y_t = valor del componente corporal considerado

Y_0 = valor de Y cuando t (edad) es cero.

Plateau = valor de Y cuando t tiende a infinito (asíntota inferior)

k = tasa de decaimiento exponencial

t = edad del ave en semanas

La bondad de los respectivos ajustes se determinó a partir de la convergencia de los mismos en una solución en el caso de los modelos no lineales, del valor del coeficiente de determinación lineal o no lineal según correspondiere y de la aleatoriedad de los residuales constatada con un test de rachas.

RESULTADOS

Análisis estático

La Tabla 54 resume el comportamiento de los diferentes pesos registrados en los cruzamientos simples y en el genotipo de referencia a lo largo de la línea de faena juntamente con las proporciones de cortes valiosos y de grasa abdominal calculadas en base al peso vivo pre-faena (1) y al peso eviscerado (2) y el rendimiento.

Tabla N° 54 – Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia			
Variable	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Peso corporal pre-faena (g)	2296 a ± 54,5	2302 a ± 30,3	2523 b ± 46,9
Peso desangrado (g)	2147 a ± 57,8	2165 a ± 30,3	2395 b ± 46,3
Peso desplumado (g)	2009 a ± 51,2	2058 a ± 28,0	2272 b ± 44,0
Peso libre de cabeza y patas (g)	1866 a ± 46,5	1877 a ± 28,3	2078 b ± 40,3
Peso eviscerado (g)	1588 a ± 40,9	1586 a ± 25,4	1781 b ± 36,3
Proporción de grasa 1 (%)	1,11 a ± 0,095	0,70 b ± 0,083	1,63 c ± 0,138
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	19,5 a ± 0,23	19,2 a ± 0,19	18,5 b ± 0,21
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	10,5 a ± 0,09	10,6 a ± 0,07	10,7 a ± 0,09
Proporción de grasa 2 (%)	1,60 a ± 0,136	1,01 b ± 0,118	2,30 c ± 0,191
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	28,2 a ± 0,28	27,9 a ± 0,28	26,2 b ± 0,27
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	15,3 a ± 0,13	15,4 a ± 0,14	15,2 a ± 0,12
Rendimiento (%)	69,0 a ± 0,31	68,8 a ± 0,40	70,6 b ± 0,37
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Los cruzamientos experimentales se faenaron a un menor peso promedio que el grupo de referencia, diferencia que se mantuvo para todos los pesos registrados a lo largo de la línea

de faena. No se observaron diferencias significativas entre Casilda CP y Casilda CR para dichos pesos.

Campero INTA presentó la mayor proporción de grasa abdominal, Casilda CR la menor y Casilda CP valores intermedios. Los cruzamientos simples presentaron mayor proporción de pechuga que Campero INTA sin diferir significativamente entre ellos. No se observaron diferencias entre los grupos en la proporción de pata-muslo. El grupo de referencia presentó mayor rendimiento a la faena que los cruzamientos experimentales.

La Tabla 55 resume la proporción de pechuga y pata muslo y de grasa abdominal y el rendimiento a la faena corregidos a un mismo peso de faena. Con la corrección mencionada, si bien se mantiene el ordenamiento antes descrito para la proporción de grasa, la diferencia entre Casilda CP y Campero INTA no alcanza el significado estadístico, los cruzamientos simples presentaron mayor proporción de pechuga con hueso, no hay diferencias en la proporción de pata-muslo y las diferencias en rendimiento dejan de ser estadísticamente significativas.

Tabla N° 55 – Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio			
Variable	Grupo genético		
	Casilda CP	Casilda CR	Campero INTA
Proporción de grasa 1 (%)	1,18 a ± 0,101	0,77 b ± 0,101	1,49 a ± 0,105
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	19,5 a ± 0,21	19,3 a ± 0,21	18,3 b ± 0,22
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	10,5 a ± 0,09	10,6 a ± 0,09	10,6 a ± 0,09
Proporción de grasa 2 (%)	1,70 a ± 0,143	1,10 b ± 0,143	2,11 a ± 0,149
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	28,2 a ± 0,28	27,9 a ± 0,28	26,1 b ± 0,29
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	15,2 a ± 0,13	15,4 a ± 0,13	15,2 a ± 0,14
Rendimiento (%)	69,2 a ± 0,35	69,0 a ± 0,35	70,2 a ± 0,36
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

La Tabla 56 resume el comportamiento de los diferentes pesos registrados en los cruzamientos experimentales de tres vías y en el genotipo de referencia a lo largo de la línea de faena juntamente con las proporciones de cortes valiosos y de grasa abdominal calculadas en base al peso vivo pre-faena y al peso eviscerado y el rendimiento.

Tabla N° 56 – Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia			
Variable	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Peso corporal pre-faena (g)	2308 a ± 43,1	2452 b ± 42,1	2602 c ± 33,4
Peso desangrado (g)	2123 a ± 39,5	2247 a ± 39,5	2517 b ± 39,2
Peso desplumado (g)	2001 a ± 36,9	2107 a ± 38,7	2334 b ± 36,7
Peso libre de cabeza y patas (g)	1852 a ± 35,7	1927 a ± 36,3	2211 b ± 36,1
Peso eviscerado (g)	1556 a ± 33,1	1662 a ± 32,3	1893 b ± 34,7
Proporción de grasa 1 (%)	0,66 a ± 0,089	1,17 b ± 0,127	1,66 c ± 0,116
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	18,3 a ± 0,15	18,5 a ± 0,16	19,3 b ± 0,28
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	10,8 a ± 0,08	10,7 a ± 0,08	11,4 b ± 0,14
Proporción de grasa 2 (%)	0,98 a ± 0,135	1,72 b ± 0,184	2,26 c ± 0,151
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	27,2 a ± 0,26	27,4 a ± 0,22	26,5 b ± 0,26
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	16,1 a ± 0,13	15,8 a ± 0,12	15,7 a ± 0,15
Rendimiento (%)	67,4 a ± 0,40	67,7 a ± 0,26	72,6 b ± 0,69
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Las aves de los tres grupos no se faenaron al mismo peso promedio (Campero INTA > Casilda DM > Casilda DT). Si bien el grupo de referencia mantiene su supremacía para todos los pesos registrados la diferencia entre los cruzamientos experimentales se hace no significativa a partir del registro del peso desangrado. Independientemente del criterio utilizado

para relativizar los valores de los componentes, Campero INTA presentó la mayor proporción de grasa abdominal, Casilda DT la menor y Casilda DM valores intermedios, los cruzamientos presentaron mayor proporción de pechuga que el grupo de referencia, no se observaron diferencias significativas entre grupos en la proporción de pata-muslo relativa al peso pre-faena pero Campero INTA superó a los cruzamientos de tres vías en el valor promedio de la proporción de pata-muslo relativa al peso eviscerado. Los cruzamientos experimentales presentaron menor rendimiento a la faena que Campero INTA sin diferir significativamente entre ellos.

La Tabla 57 resume la proporción de pechuga y pata muslo y de grasa abdominal y el rendimiento a la faena corregidos a un mismo peso de faena.

Tabla N° 57 – Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio			
Variable	Grupo genético		
	Casilda DT	Casilda DM	Campero INTA
Proporción de grasa 1 (%)	0,78 a ± 0,113	1,17 b ± 0,107	1,53 b ± 0,114
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	18,5 a ± 0,21	18,5 a ± 0,20	19,0 a ± 0,21
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	10,9 a ± 0,11	10,7 a ± 0,10	11,3 b ± 0,11
Proporción de grasa 2 (%)	1,15 a ± 0,161	1,72 b ± 0,151	2,09 b ± 0,161
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	27,3 a ± 0,27	27,4 a ± 0,25	26,4 b ± 0,27
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	16,1 a ± 0,14	15,8 a ± 0,13	15,8 a ± 0,14
Rendimiento (%)	68,0 a ± 0,49	67,7 a ± 0,46	72,0 a ± 0,49
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Si bien se mantienen las diferencias previamente mencionadas para la grasa abdominal, la referida a la comparación Campero INTA versus Casilda DM pierde significado estadístico.

Los cruzamientos de tres vías presentaron la misma proporción de pechuga con hueso que Campero INTA comparados en base al peso pre-faena pero mayor proporción de dicho corte si se toma como base el peso eviscerado. Asimismo, la mayor proporción de pata-muslo

relativa al peso pre-faena de Campero INTA, en comparación con los dos cruzamientos experimentales, se modifica al relativizar el peso de este corte por el peso eviscerado, situación en la cual no se observan diferencias estadísticamente significativas.

La Tabla 58 resume el comportamiento de los diferentes pesos promedio registrados en los cruzamientos recíprocos entre los Casilda CP y Casilda CR y en el genotipo de referencia a lo largo de la línea de faena juntamente con las proporciones de cortes valiosos y de grasa abdominal calculadas en base al peso vivo pre-faena y al peso eviscerado y el rendimiento.

Tabla N° 58 – Pesos corporales a lo largo de la línea de faena, proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia			
Variable	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Peso corporal pre-faena (g)	2619 a ± 69,7	2681 a ± 55,3	2834 b ± 49,1
Peso desangrado (g)	2408 a ± 69,1	2445 a ± 51,9	2550 a ± 45,0
Peso desplumado (g)	2215 a ± 65,0	2314 a ± 50,2	2394 a ± 44,0
Peso libre de cabeza y patas (g)	2060 a ± 61,7	2139 a ± 49,9	2211 a ± 41,9
Peso eviscerado (g)	1775 a ± 49,7	1813 ab ± 44,0	1931 b ± 39,6
Proporción de grasa 1 (%)	1,12 a ± 0,118	0,72 b ± 0,086	1,49 c ± 0,097
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	19,3 a ± 0,23	17,9 b ± 0,25	17,4 b ± 0,36
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	11,0 a ± 0,14	10,6 ab ± 0,11	10,4 b ± 0,21
Proporción de grasa 2 (%)	1,66 a ± 0,176	1,06 b ± 0,126	2,20 c ± 0,146
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	28,5 a ± 0,37	26,5 b ± 0,24	25,6 b ± 0,52
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	16,2 a ± 0,21	15,7 ab ± 0,13	15,3 b ± 0,30
Rendimiento (%)	67,7 a ± 0,32	67,5 a ± 0,55	68,1 a ± 0,64
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Si bien Caseros I y Caseros II se faenaron a un peso algo menor que Campero INTA el significado de la diferencia observada en el peso pre-faena se pierde al evaluar los pesos correspondientes a los pasos sucesivos a lo largo de la faena hasta alcanzar el peso eviscerado. En este último paso Campero INTA presentó el mayor valor promedio seguido de Caseros II y, por último, Caseros I con el menor peso eviscerado. Independientemente del criterio utilizado para relativizar los valores de los componentes, Campero INTA presentó la mayor proporción de grasa abdominal, Caseros II la menor, correspondiendo a Caseros I valores intermedios para el carácter. Caseros I presentó mayor proporción de pechuga con hueso sin que se observaran diferencias significativas entre el otro cruzamiento experimental y el grupo de referencia. Caseros I presentó también la mayor proporción de pata-muslo, seguido de Caseros II con valores intermedios y Campero INTA con el menor contenido proporcional de este corte. Los tres genotipos presentaron similar rendimiento a la faena.

La Tabla 59 resume la proporción de pechuga y pata muslo y de grasa abdominal y el rendimiento a la faena corregidos a un mismo peso de faena.

Tabla N° 59 – Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia, a igual peso corporal pre-sacrificio			
Variable	Grupo genético		
	Caseros I	Caseros II	Campero INTA
Proporción de grasa 1 (%)	1,16 a ± 0,100	0,73 b ± 0,099	1,44 a ± 0,101
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	19,4 a ± 0,28	18,0 b ± 0,28	17,3 b ± 0,29
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	11,0 a ± 0,16	10,6 a ± 0,16	10,4 b ± 0,16
Proporción de grasa 2 (%)	1,71 a ± 0,149	1,07 b ± 0,147	2,12 a ± 0,150
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	28,6 a ± 0,39	26,6 b ± 0,39	25,5 b ± 0,40
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	16,2 a ± 0,23	15,7 ab ± 0,23	15,3 b ± 0,23
Rendimiento (%)	67,9 a ± 0,52	67,6 a ± 0,52	67,9 a ± 0,53
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: n = 35 aves por grupo genético a,b Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos.			

Las aves Caseros II presentaron la menor proporción de grasa abdominal, Caseros I un valor intermedio y Campero INTA el mayor valor para el carácter si bien la diferencia entre estos dos últimos grupos no fue estadísticamente significativa bajo ninguno de los dos criterios utilizados para relativizar el peso de este componente corporal. Caseros I mantuvo su superioridad sobre los dos grupos restantes en términos de proporción de pechuga con hueso y de pata-muslo derecho sin que se observaran diferencias estadísticamente significativas entre Caseros II y Campero INTA para estos dos cortes de importancia carnicera. Los grupos no mostraron diferencias en su rendimiento a la faena.

Resumen general

La Tabla 60 muestra –comparativamente- el comportamiento de las aves de los seis grupos experimentales para los caracteres evaluados a la faena, comparadas al mismo peso.

En cada tipo de cruzamiento se observaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de grasa abdominal entre los dos miembros de cada par (cruzamientos simples: Casilda CP > Casilda CR; cruzamientos de tres vías: Casilda DM > Casilda DT; cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples: Caseros I > Caseros II). Casilda CP mostró el mayor valor porcentual del carácter correspondiendo a Caseros II el menor valor promedio.

Con respecto al porcentaje de pechuga con hueso los dos cruzamientos simples y Caseros I presentaron el mayor valor promedio, Caseros II el menor y los cruzamientos experimentales de tres vías valores intermedios.

Casilda DT y Caseros I presentaron la mayor proporción de pata-muslo, los cruzamientos simples la menor y Casilda DM y Caseros II valores intermedios.

Por último, con respecto al rendimiento a la faena, el mayor valor promedio del carácter se registró en los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR, en particular Casilda CP que difirió significativamente de los grupos restantes a excepción de Casilda CR. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro grupos restantes si bien los cruzamientos de tres vías tendieron a presentar mayor rendimiento que los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples, correspondiendo de estos dos últimos a Caseros II el menor valor del carácter.

La Tabla 61 resume dicho comportamiento –restringido a los valores expresados en función del peso eviscerado- en forma relativa. A tal fin, en todos los casos se asignó valor 100

al grupo genético de mayor valor del carácter y los valores correspondientes a los restantes grupos se relativizaron a dicho valor máximo.

La Figura 37 resume esquemáticamente el comportamiento mencionado. La misma muestra que la mayor diferencia entre los grupos corresponde al componente graso.

Tabla N° 60 – Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena, ajustados a un peso corporal común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero						
Variable	Cruzamientos simples		Cruzamientos de tres vías		Cruzamientos recíprocos	
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Proporción de grasa abdominal 1 (%)	1,20 a ± 0,098	0,79 bcd ± 0,098	0,74 cd ± 0,098	1,16 ab ± 0,097	1,01 abc ± 0,099	0,57 d ± 0,102
Proporción de pechuga con hueso 1 (%)	19,7 a ± 0,20	19,4 a ± 0,20	18,5 b ± 0,20	18,5 b ± 0,20	19,0 ab ± 0,20	17,6 c ± 0,20
Proporción pata-muslo derecho 1 (%)	10,6 ab ± 0,10	10,7 ab ± 0,10	10,9 a ± 0,10	10,7 ab ± 0,10	10,9 a ± 0,10	10,5 b ± 0,10
Proporción de grasa abdominal 2 (%)	1,73 a ± 0,145	1,13 bcd ± 0,144	1,10 cd ± 0,144	1,71 ab ± 0,142	1,50 abc ± 0,146	0,85 d ± 0,149
Proporción de pechuga con hueso 2 (%)	28,3 a ± 0,28	28,1 a ± 0,28	27,4 ab ± 0,28	27,4 ab ± 0,27	28,3 a ± 0,28	26,3 b ± 0,29
Proporción pata-muslo derecho 2 (%)	15,3 a ± 0,15	15,5 a ± 0,15	16,1 b ± 0,15	15,8 ab ± 0,15	16,1 b ± 0,15	15,6 ab ± 0,15
Rendimiento a la faena (%)	69,4 a ± 0,38	69,2 ab ± 0,38	67,7 bc ± 0,38	67,7 bc ± 0,37	67,3 c ± 0,38	67,0 c ± 0,39
Tamaño muestral: n = 25 aves por grupo genético Todos los valores corresponden a la media aritmética ± error estándar a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05						

Tabla N° 61 – Proporción de grasa y cortes valiosos y rendimiento a la faena, ajustados a un peso pre-faena común, en seis cruzamientos experimentales de pollo campero						
Variable	Híbridos simples		Híbridos de tres vías		Cruzamientos recíprocos	
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Proporción de grasa abdominal	100	65,8	61,7	96,7	84,2	47,5
Proporción de pechuga con hueso	100	98,5	93,9	93,9	96,4	89,3
Proporción pata-muslo derecho	97,2	98,2	100	98,2	100	96,3
Rendimiento a la faena	100	99,7	97,6	97,6	97,0	96,5

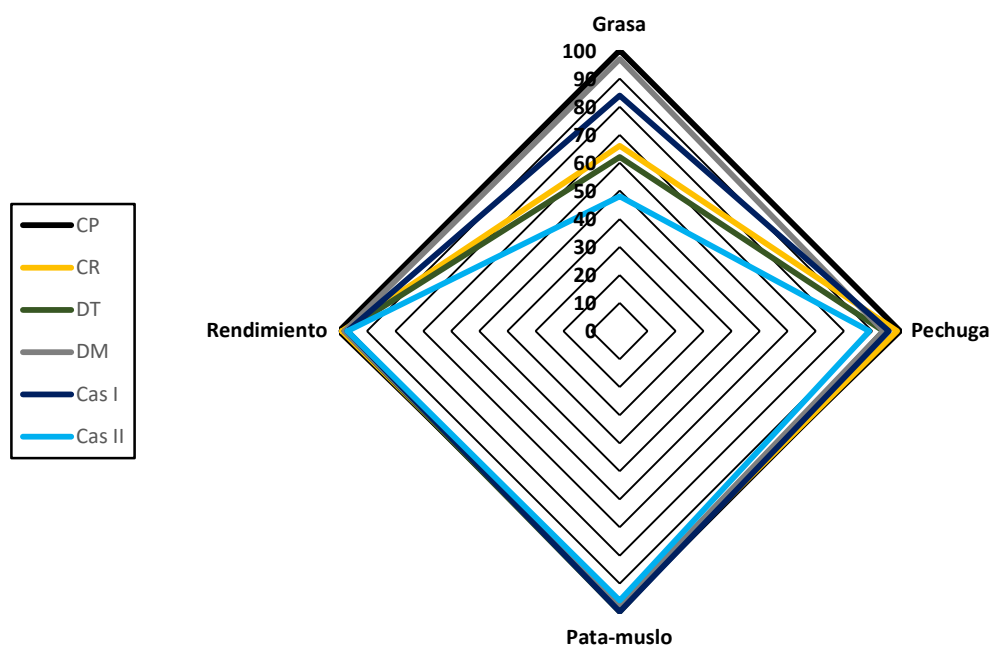


Figura N° 37 - Comportamiento global de los grupos experimentales con respecto a los caracteres a la faena relativizados a un peso pre-faena común.

Análisis multivariado

Análisis de componentes principales

La Tabla 62 resume los valores correspondientes a las cuatro primeras componentes principales consideradas como nuevas variables aleatorias, en los seis grupos genéticos.

Tabla N° 62 - Estimadores de las cuatro primeras componentes principales correspondientes a los caracteres a la faena, en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
PC1	1,029 a ± 0,3038	1,103 a ± 0,3065	- 0,363 b ± 0,2407	- 0,279 b ± 0,2681	-0,446 b ± 0,3405	0,050 b ± 0,3001
PC2	0,607 ab ± 0,2884	0,350 ab ± 0,2693	- 0,420 ac ± 0,2442	- 0,264 ac ± 0,2190	1,119 b ± 0,2475	- 1,124 c ± 0,267
PC3	0,219 a ± 0,1320	- 0,361 b ± 0,1139	- 0,456 b ± 0,1100	0,388 a ± 0,1760	0,364 a ± 0,1812	-0,287 b ± 0,122
PC4	0,374 a ± 0,1330	0,212 ab ± 0,1120	- 0,271 b ± 0,1162	- 0,056 ab ± 0,1202	- 0,301 b ± 0,1891	0,043 ab ± 0,1377
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético a,b,c Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

La primera componente principal (PC1) explicó el 55,00 % de la variancia total, la segunda componente (PC2) el 30,03 % de la misma, la tercera componente (PC3) el 8,16%, y la cuarta (PC4) el 6,81%.

Cada una de las cuatro componentes se asoció en forma significativa con uno de los caracteres.

La primera componente principal se asoció positiva ($r = 0,993$) y significativamente ($P < 0,0001$) con el rendimiento a la faena y, en consecuencia, PC1 puede ser denominada RENDIMIENTO.

La segunda componente principal se asoció positiva y significativamente con la proporción de pechuga con hueso ($r = 0,991$; $P < 0,0001$) = componente PECHUGA.

Las dos primeras componentes explican, en conjunto, el 85 % de la variancia observada. De las dos componentes restantes, la tercera se asoció positiva y significativamente con la proporción de grasa abdominal ($r = 0,993$; $P < 0,0001$) = componente GRASA y la cuarta lo

hizo en forma negativa y significativa con el contenido de pata-muslo ($r = -0,908$; $P < 0,0001$) = componente PATA-MUSLO.

Con respecto a la primera componente, los cruzamientos simples presentaron el mayor valor promedio, de signo positivo, indicando aves de mayor rendimiento a la faena. Los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos entre ambos cruzamientos simples -Caseros I y Caseros II- presentaron valores similares sin que se observaran diferencias significativas entre ellos.

Los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples mostraron los valores extremos de la segunda componente (Caseros I: máximo positivo; Caseros II: máximo negativo). Los cruzamientos simples, con valores promedio positivos de PC2 tendieron a asemejarse a Caseros I mientras que los cruzamientos de tres vías con valores promedio de signo negativo se asemejaron a Caseros II.

Coincidentemente con su menor proporción de grasa abdominal uno de los miembros de cada par de cruzamientos (Casilda CR, Casilda DT y Caseros II) presentó un valor promedio negativo de la tercera componente y el otro miembro del par, con mayor contenido de grasa (Casilda CP, Casilda DM y Caseros I) presentó un valor promedio de signo positivo de PC3.

Por último Caseros I y Casilda DT presentaron valores negativos extremos de PC4 en concordancia con su mayor contenido de pata-muslo y Casilda CP el mayor valor positivo promedio (menor proporción de pata-muslo).

La Figura 38 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC1 y PC2.

Las Figuras 39, 40 y 41 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

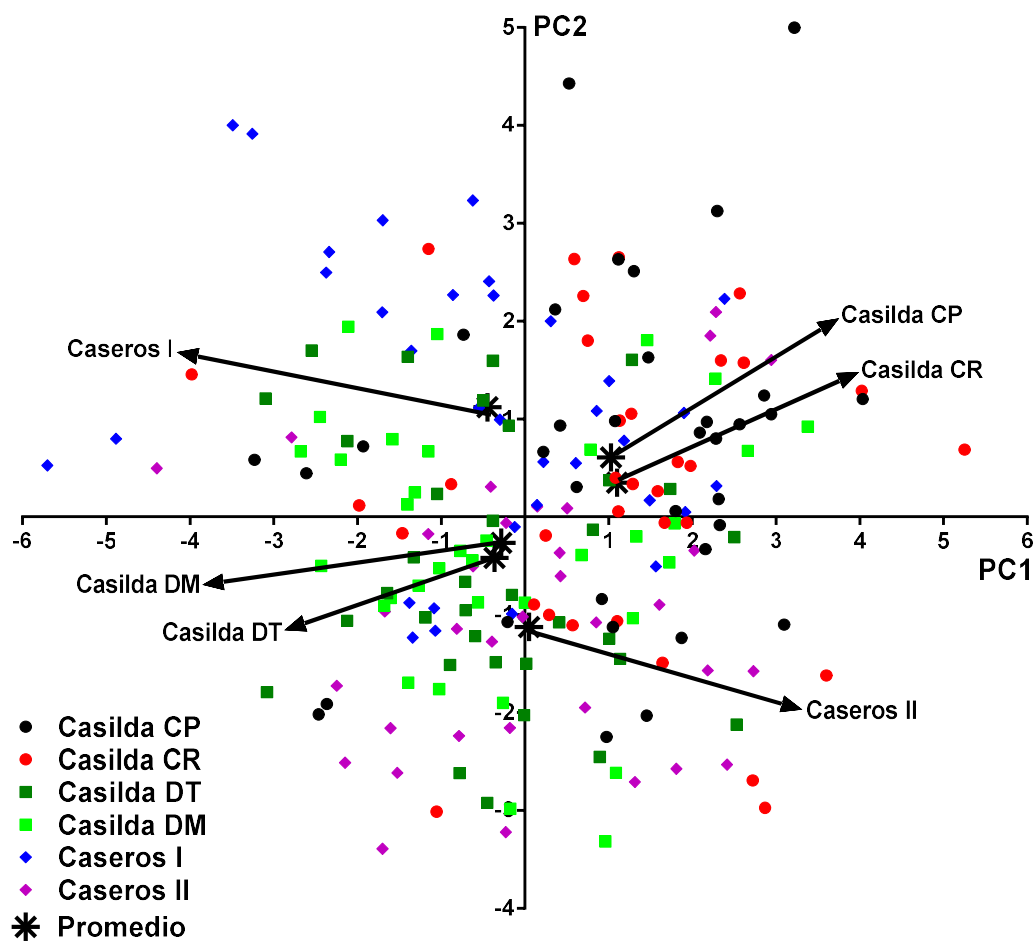


Figura N° 38 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

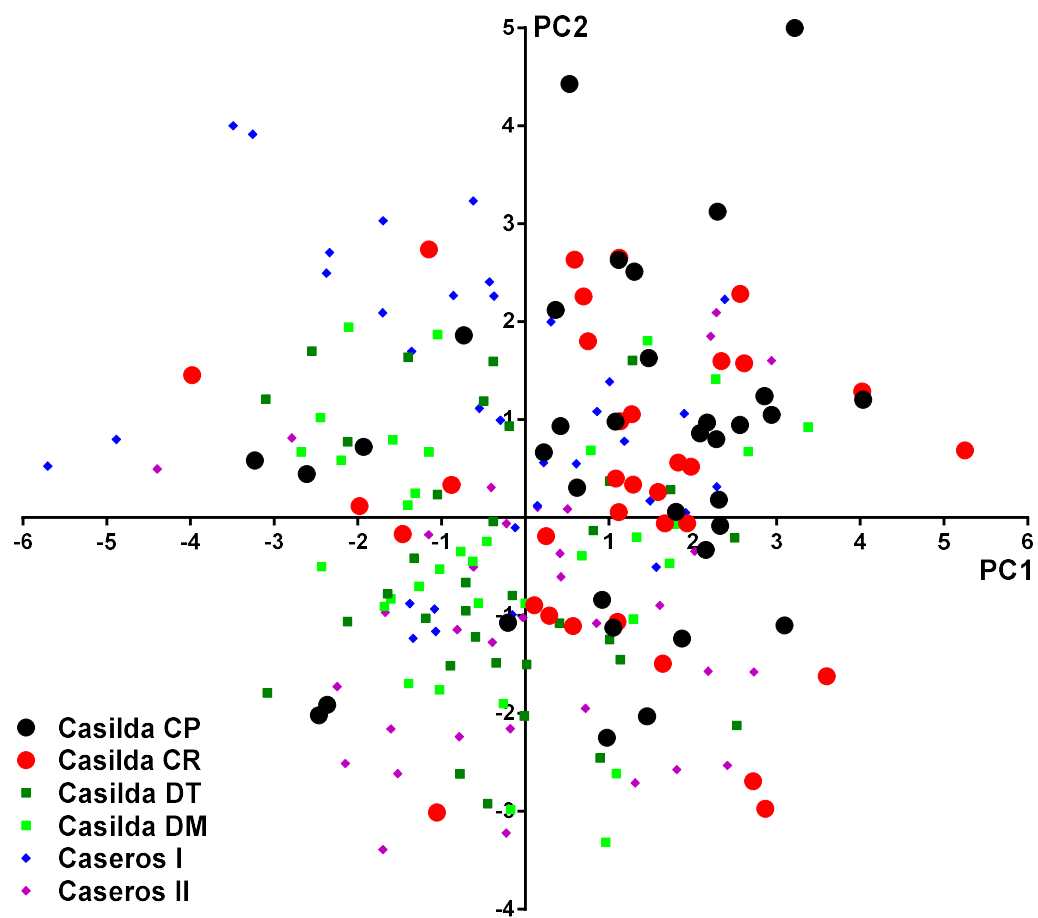


Figura N° 39 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

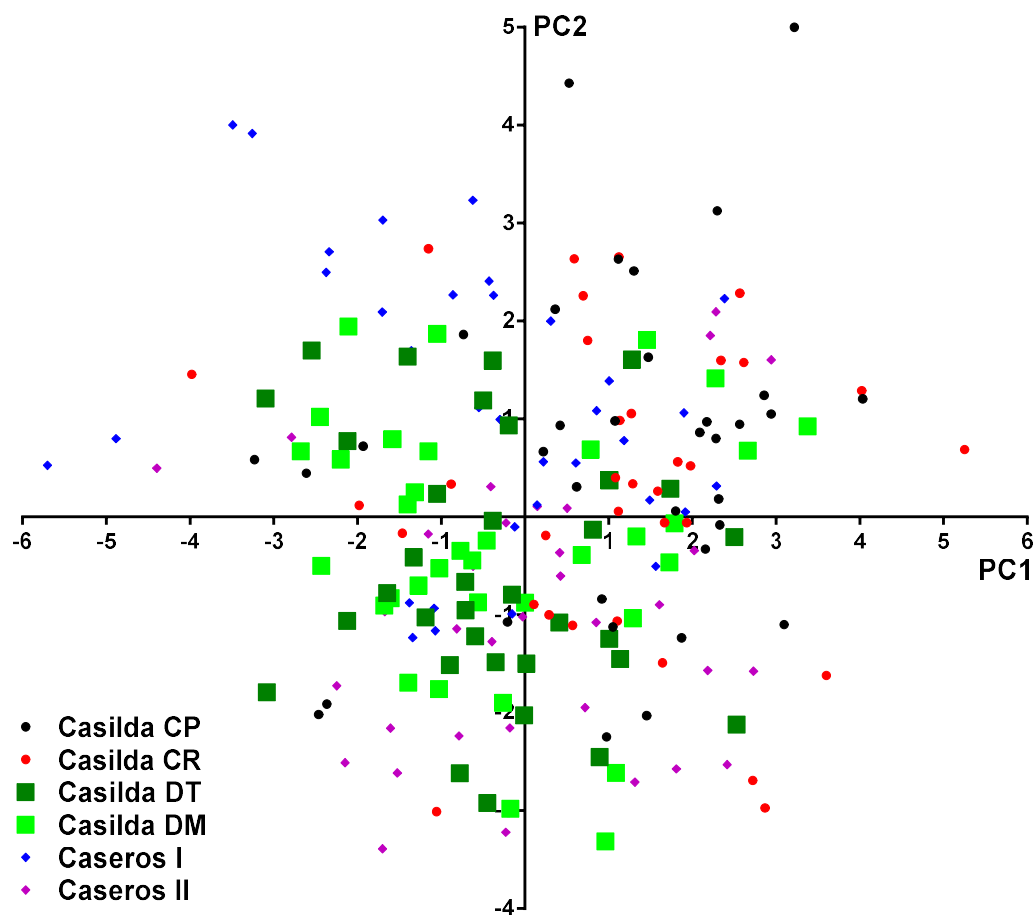


Figura N° 40 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

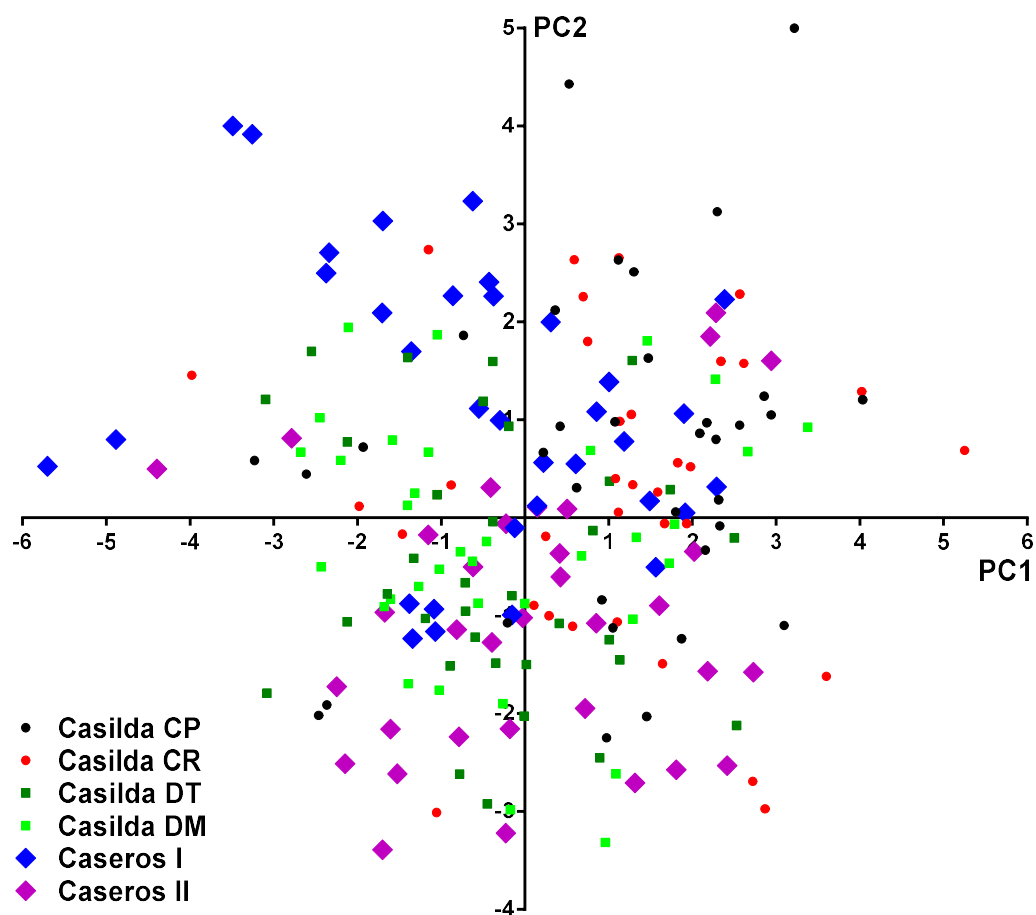


Figura N° 41 – Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales

La Figura 42 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC1 y PC3. Las Figuras 43, 44 y 45 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

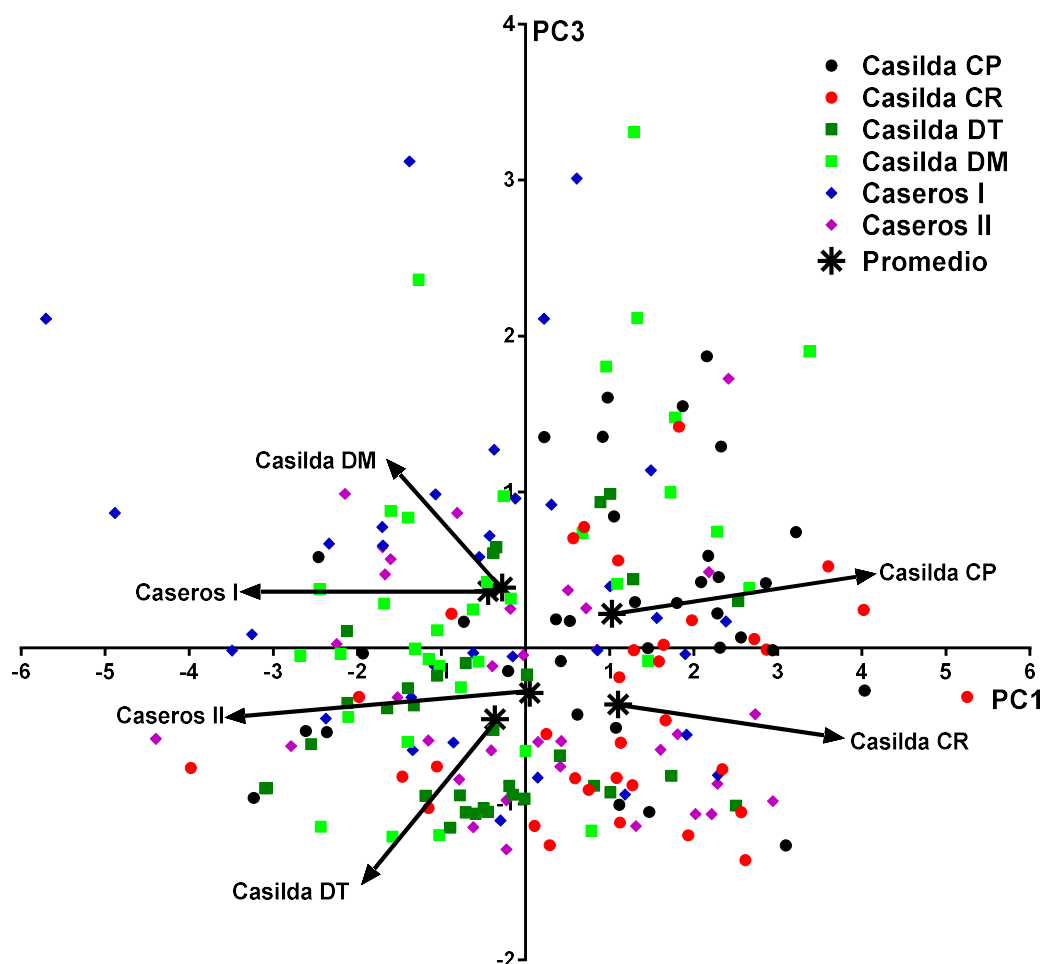


Figura N° 42 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

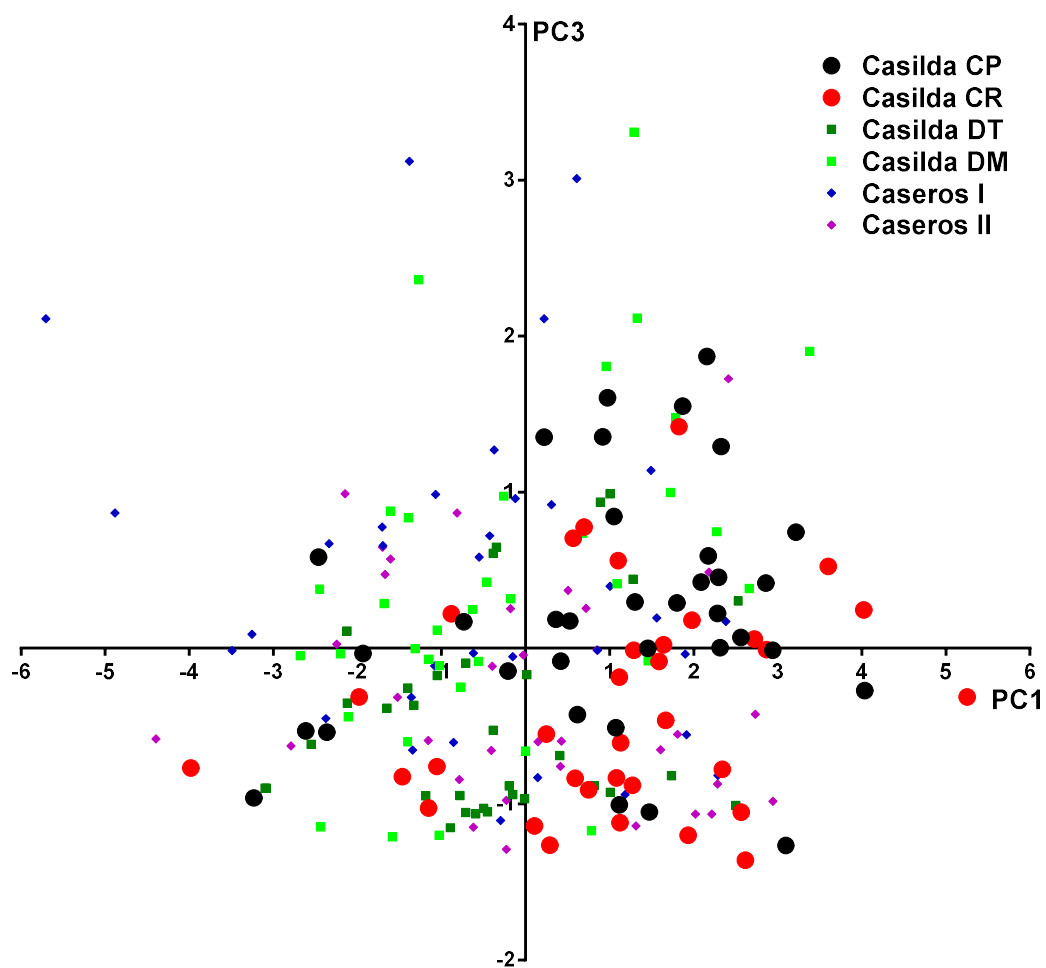


Figura N° 43 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

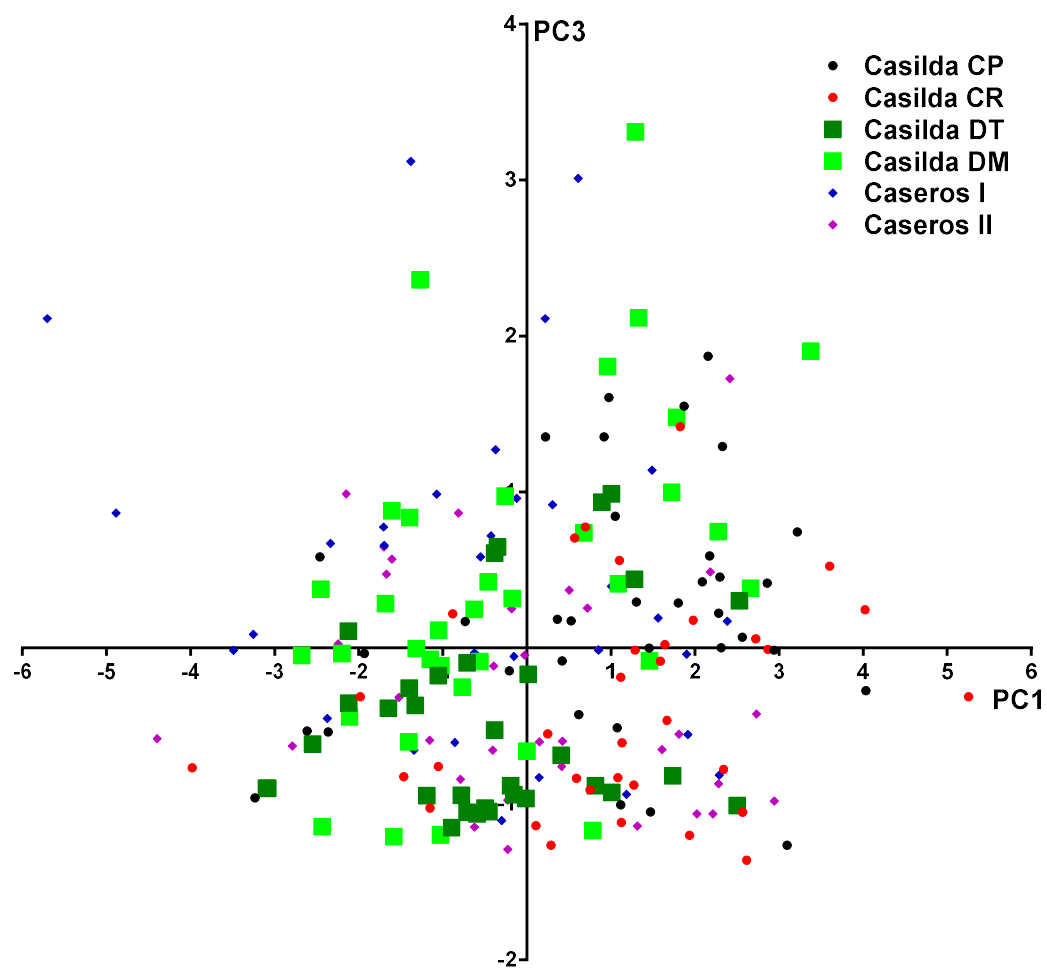


Figura N° 44 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

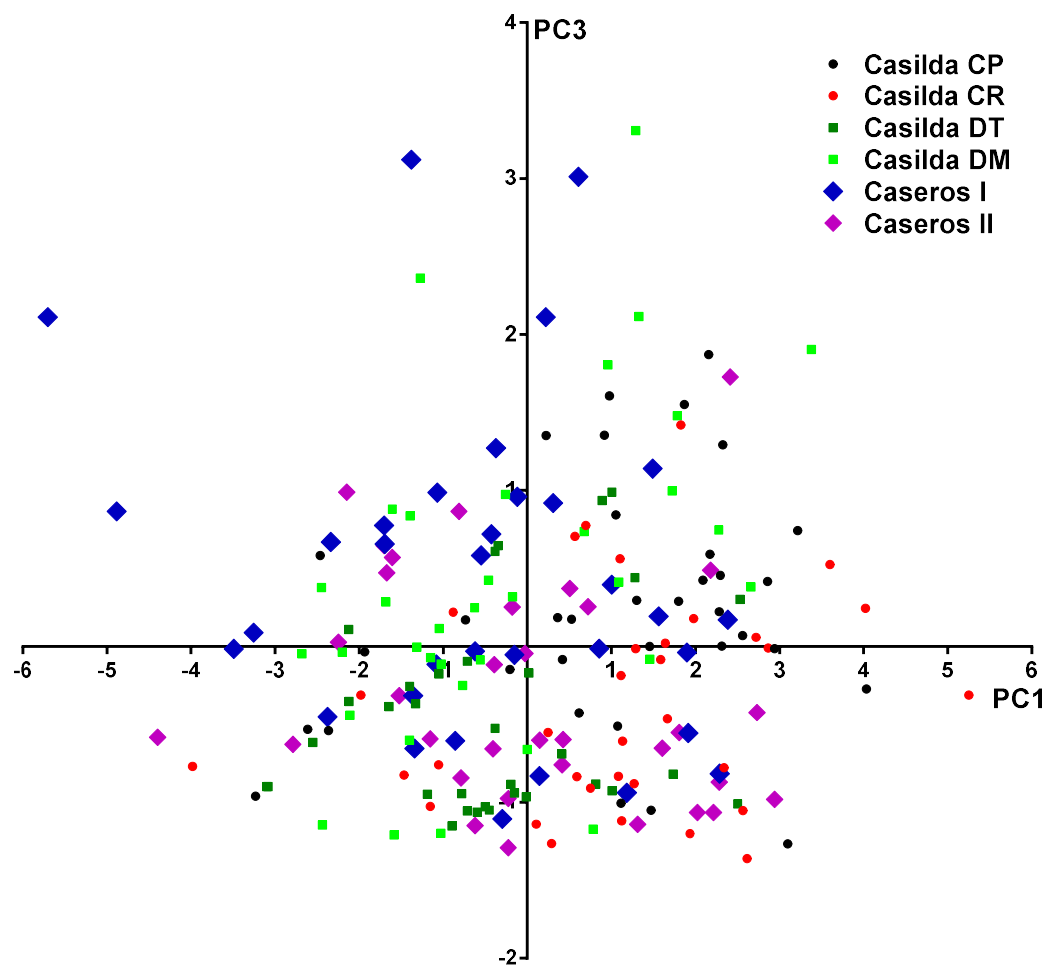


Figura N° 45 – Caracteres a la fauna: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la tercera componente principal

La Figura 46 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC1 y PC4. Las Figuras 47, 48 y 49 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

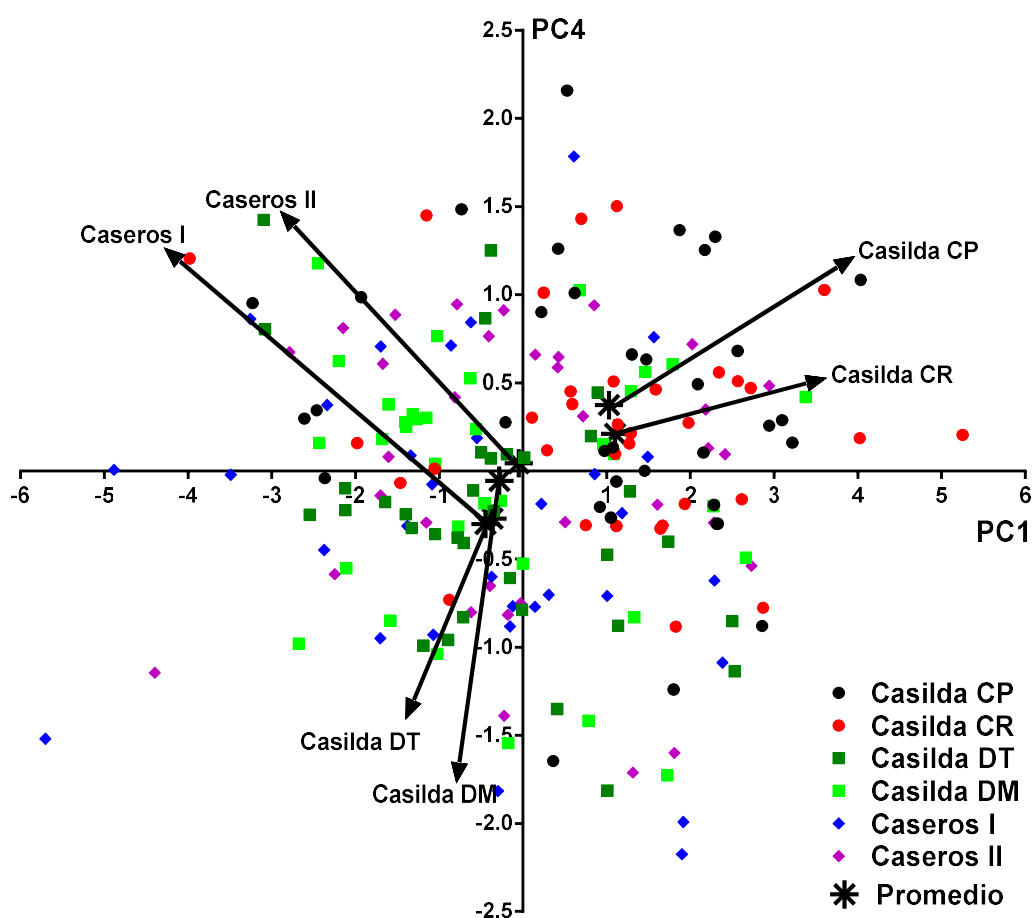


Figura N° 46 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

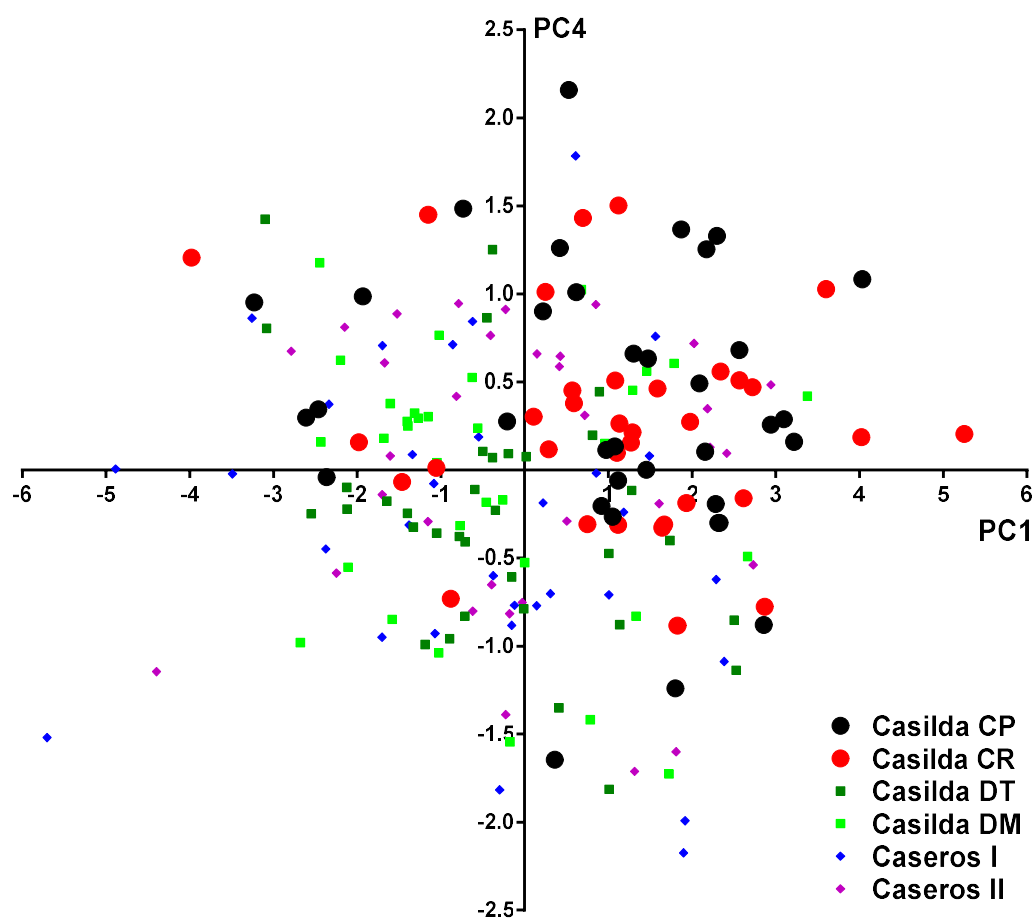


Figura N° 47 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

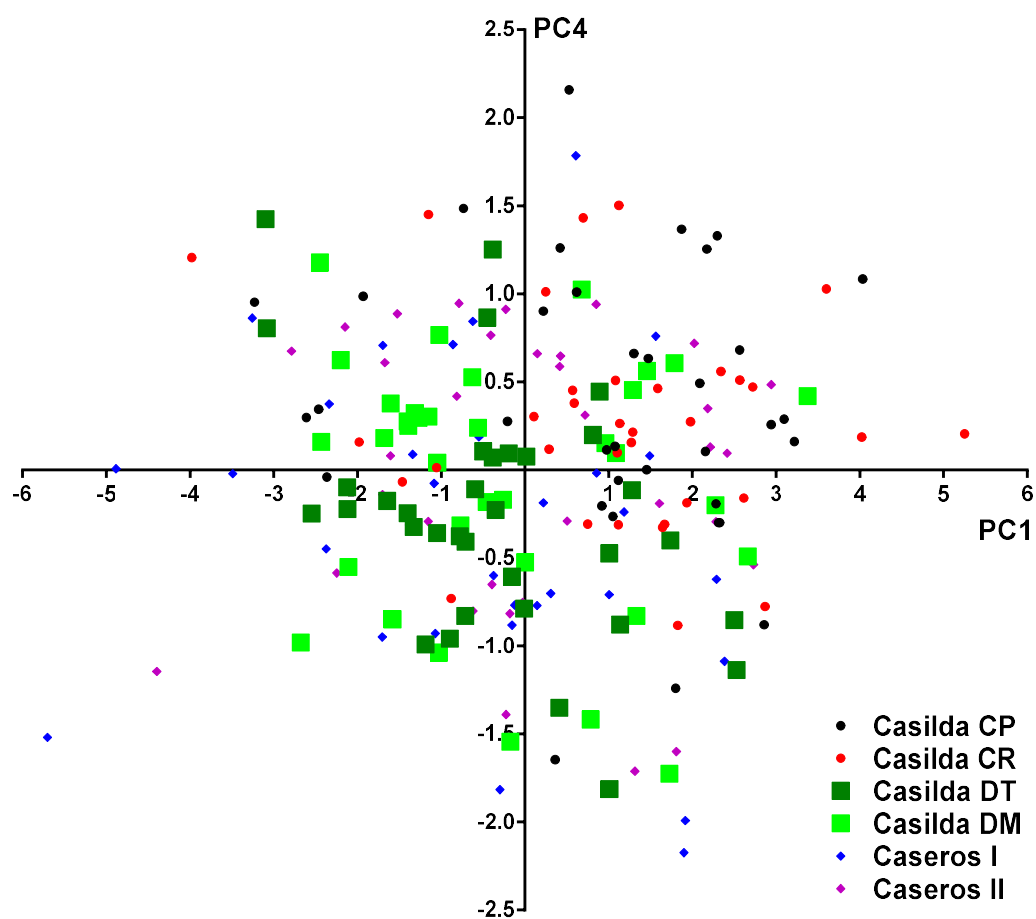


Figura N° 48 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

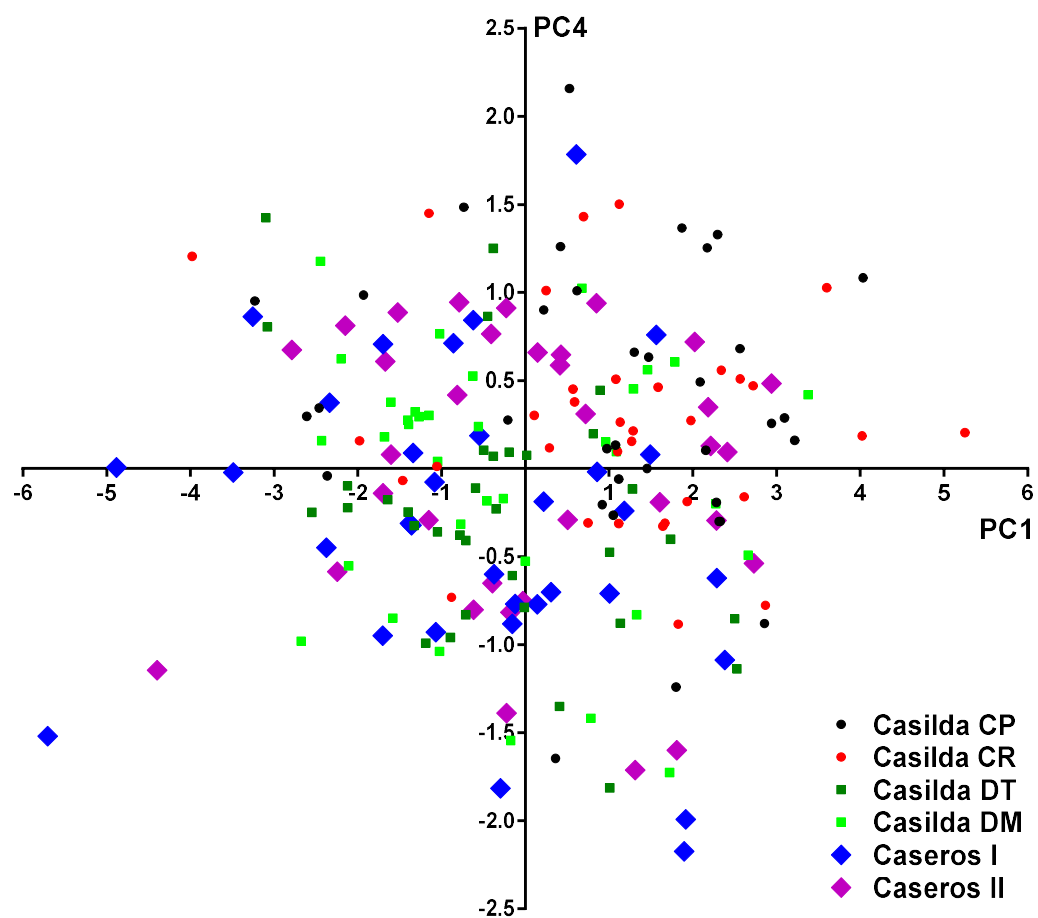


Figura N° 49 – Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la primera y la cuarta componente principal

La Figura 50 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC2 y PC3. Las Figuras 51, 52 y 53 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

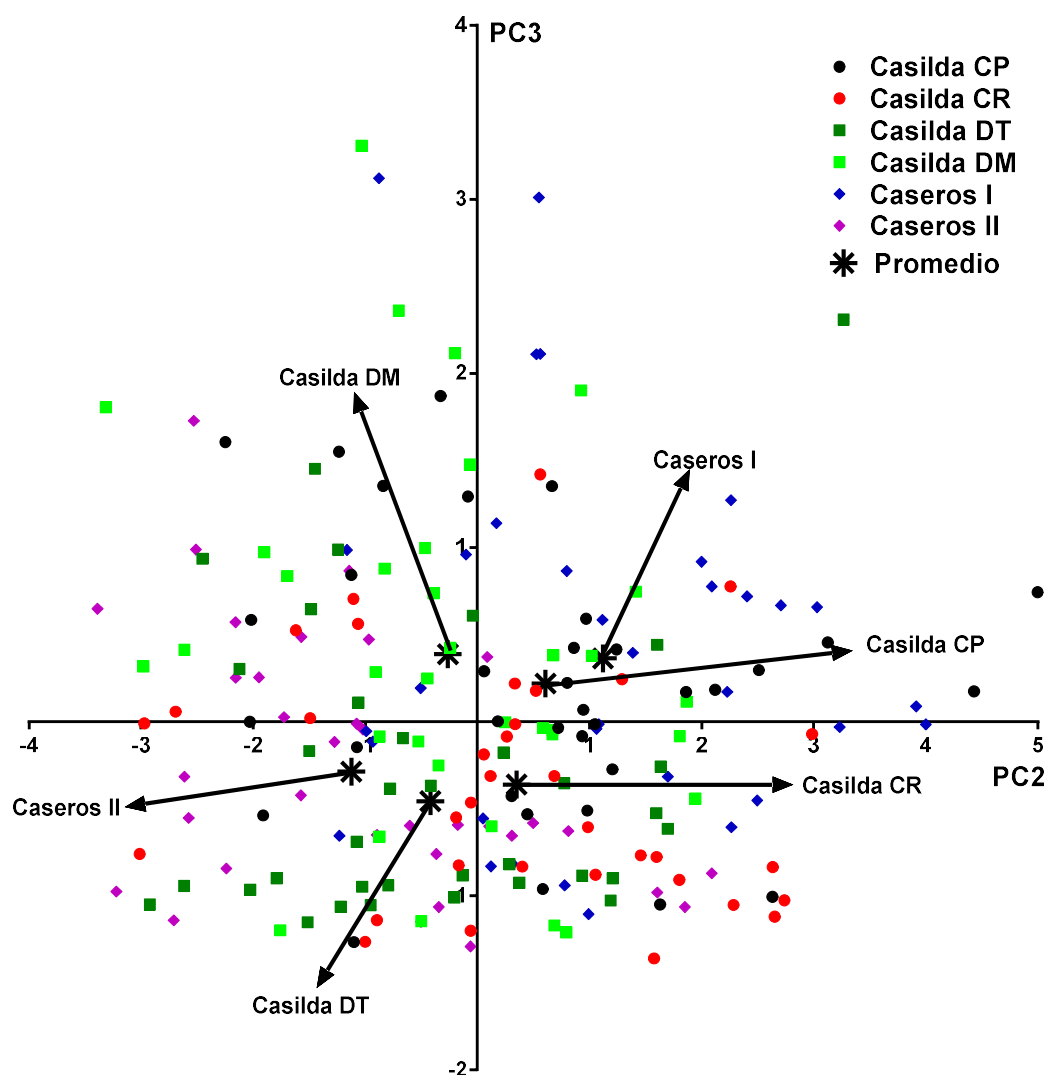


Figura N° 50 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

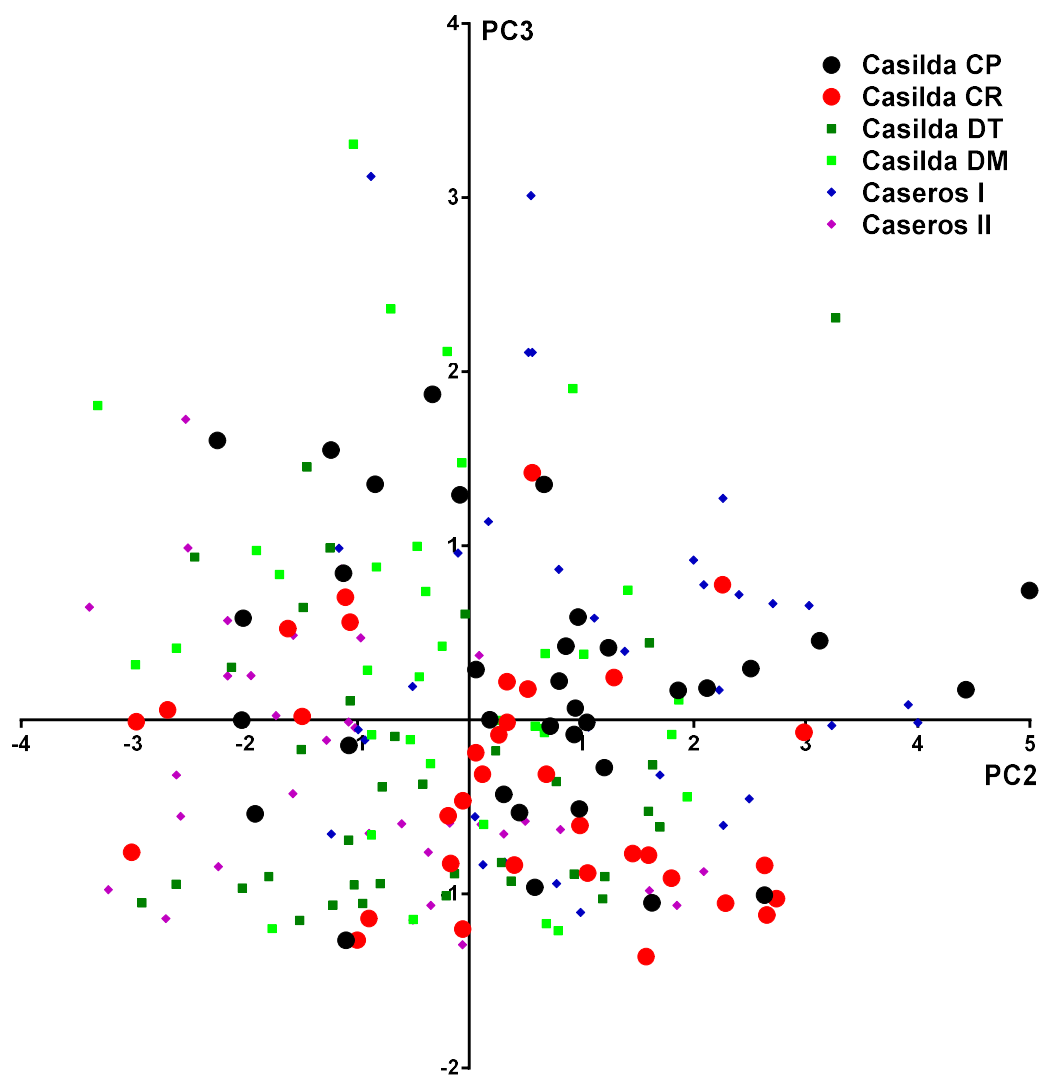


Figura N° 51 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

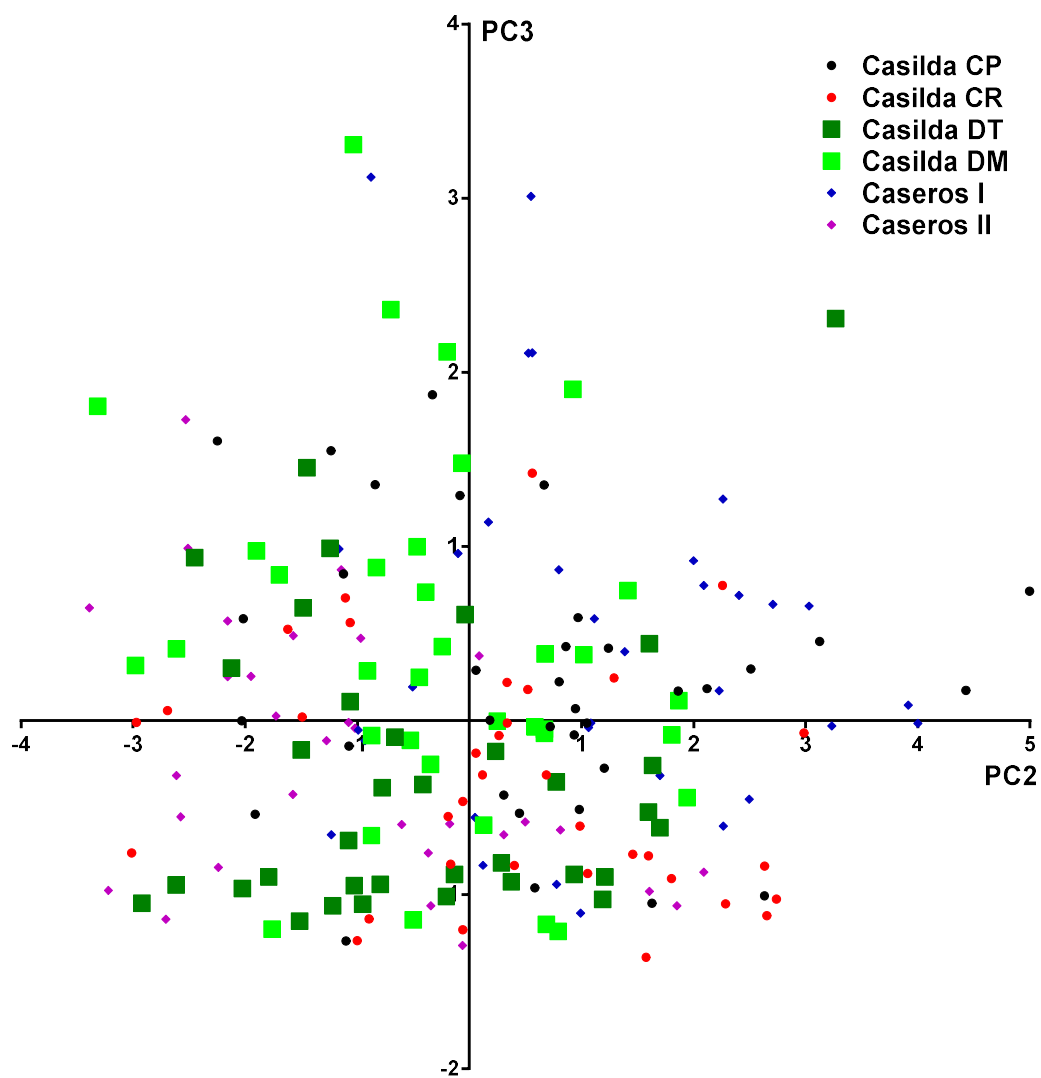


Figura N° 52 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

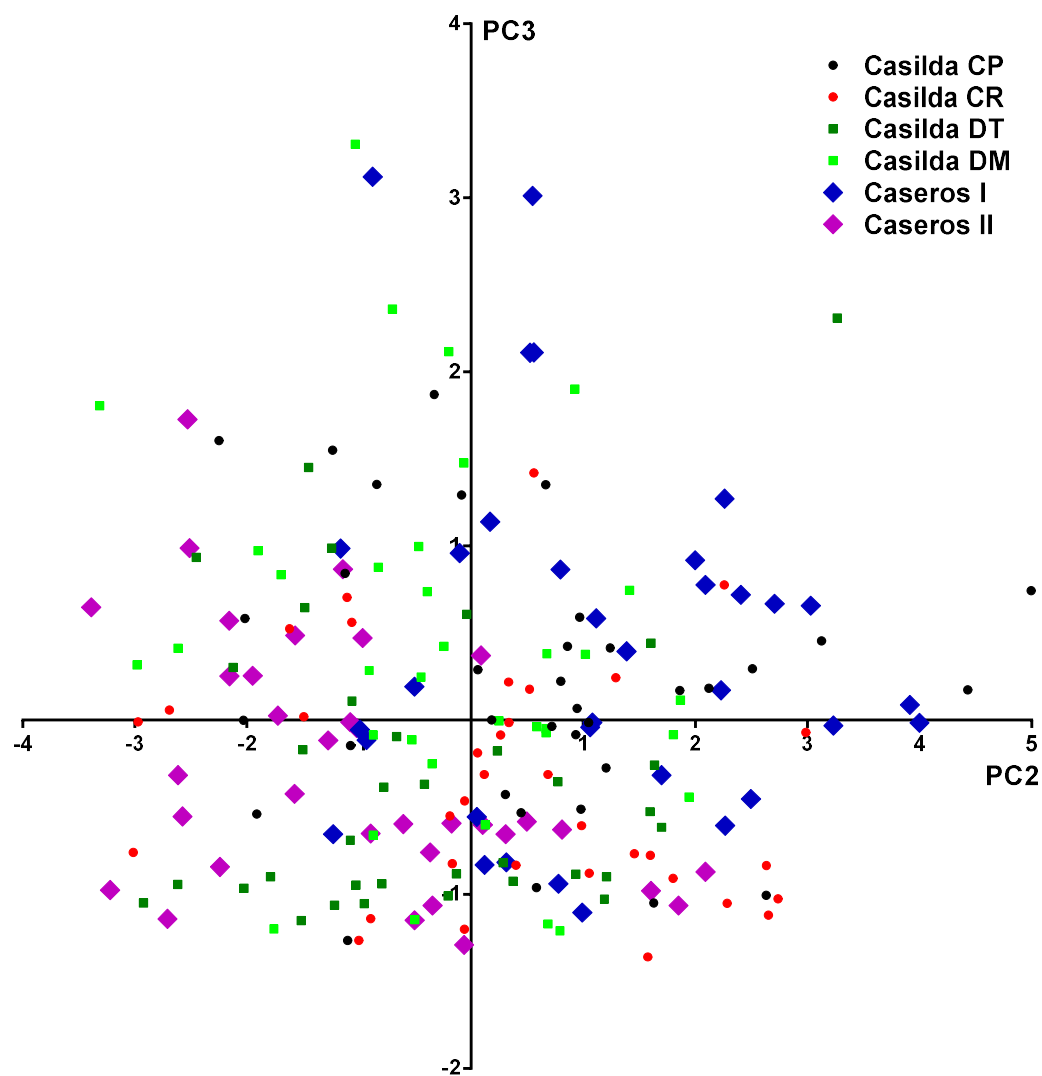


Figura N° 53 – Caracteres a la fauna: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

La Figura 54 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC2 y PC4. Las Figuras 55, 56 y 57 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

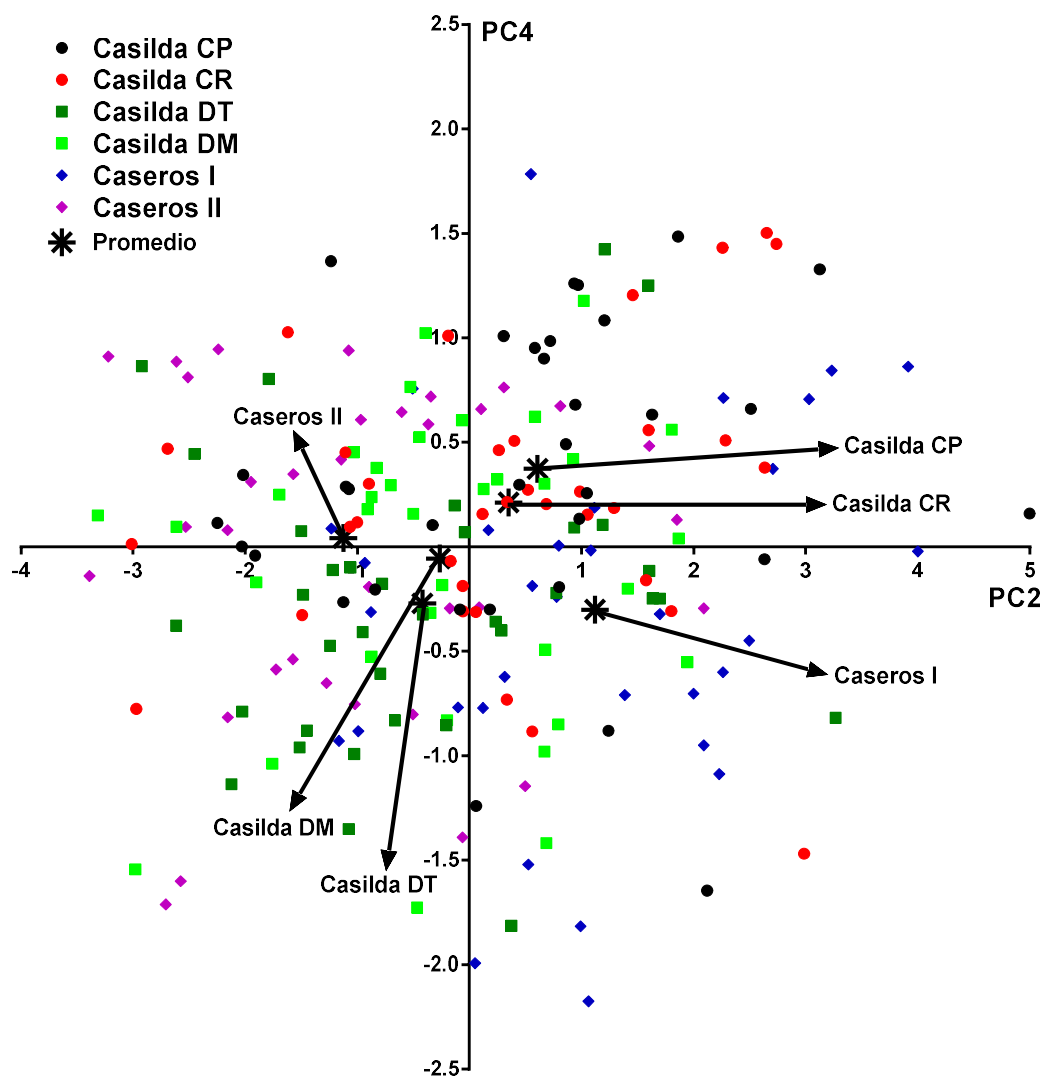


Figura N° 54 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

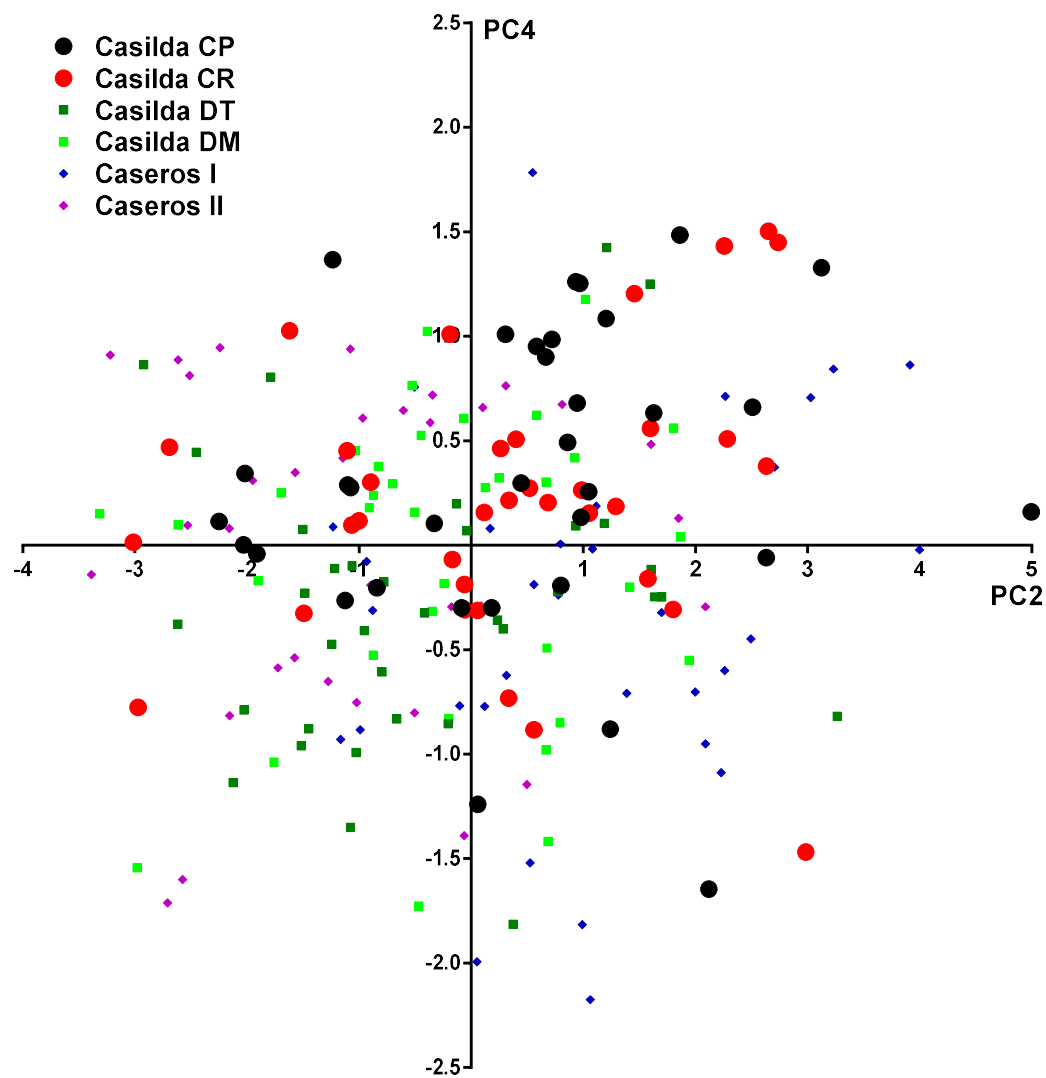


Figura N° 55 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

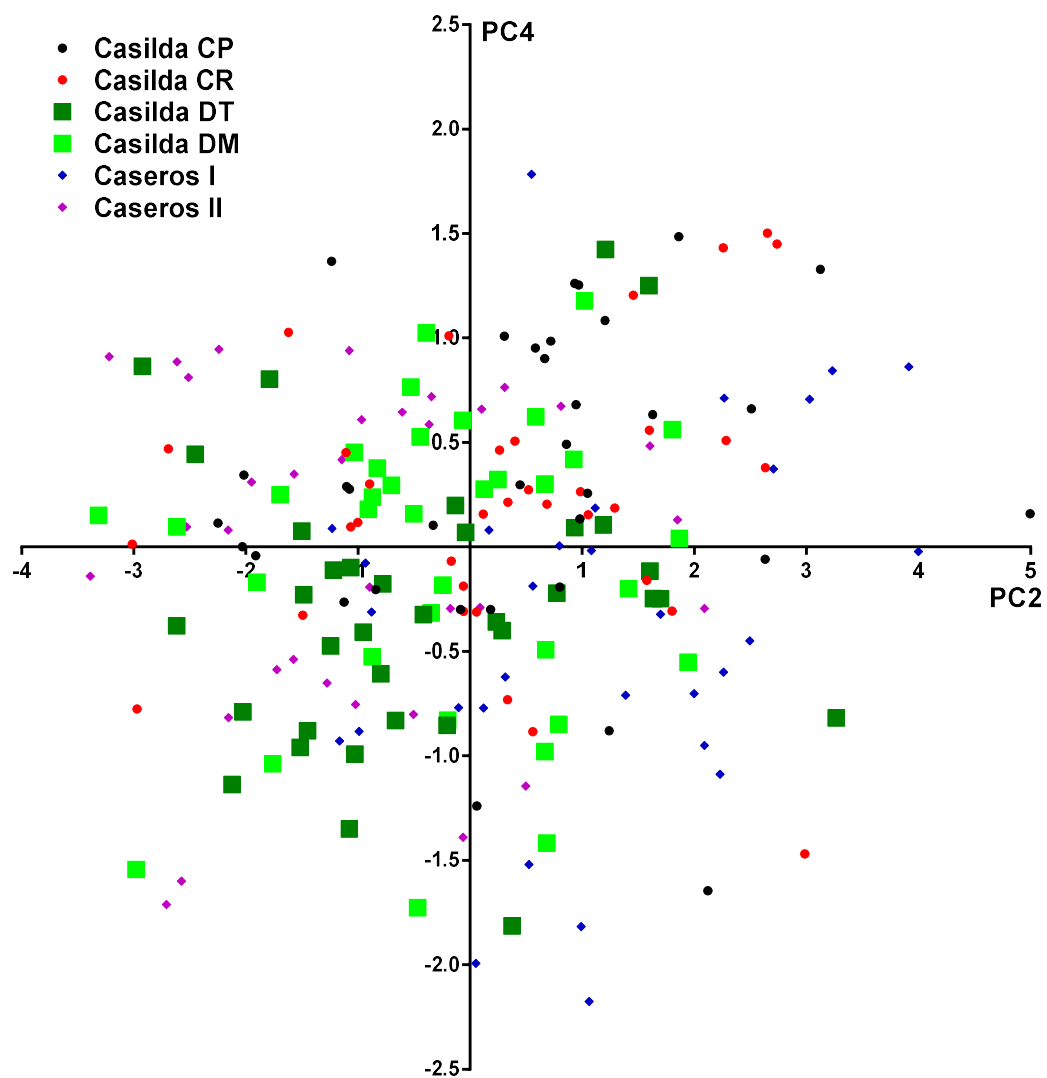


Figura N° 56 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la segunda y la cuarta componente principal

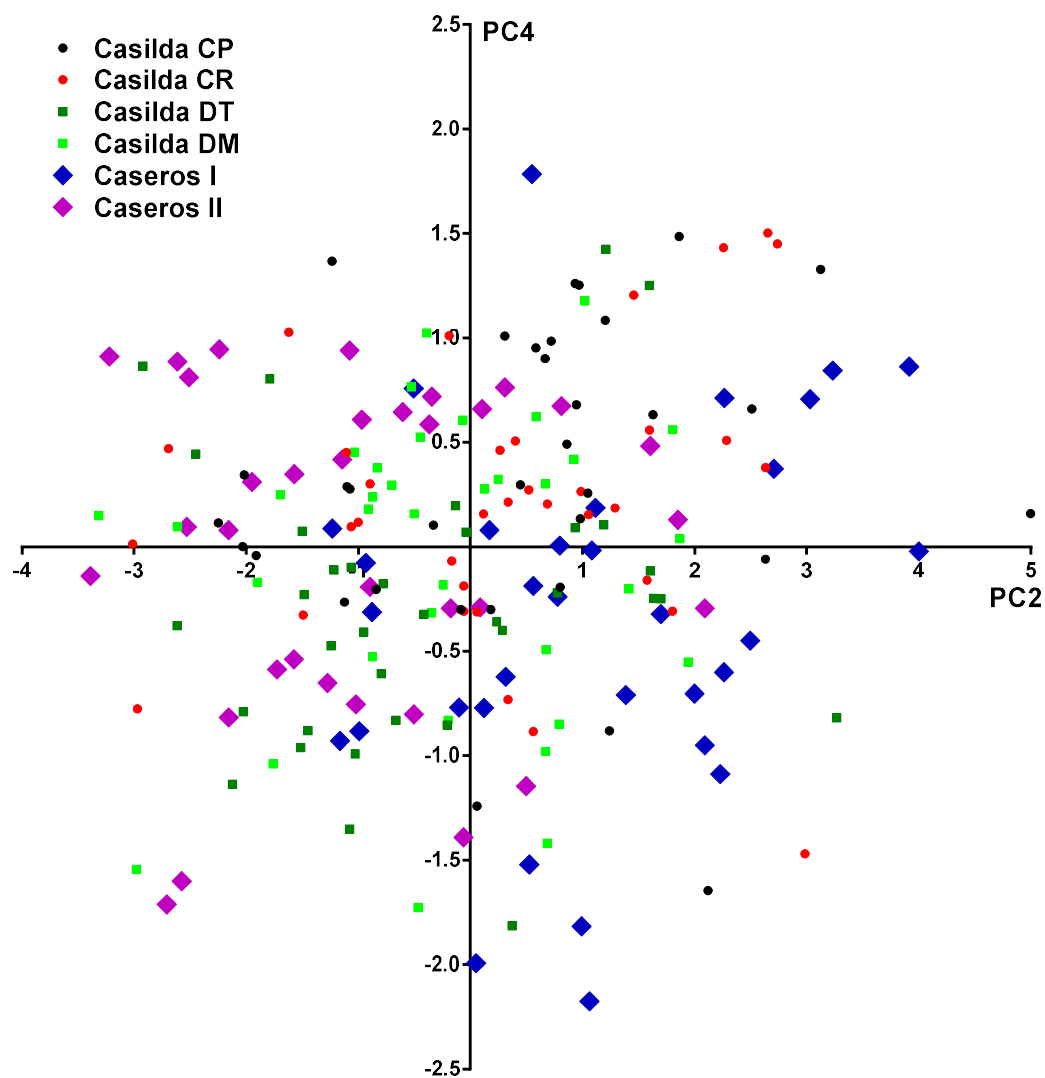


Figura N° 57 – Caracteres a la fauna: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la segunda y la tercera componente principal

La Figura 58 muestra la ubicación de cada grupo genético en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal. Cada punto corresponde al par ordenado definido por los valores promedio de PC3 y PC4. Las Figuras 59, 60 y 61 muestran la localización comparativa de las aves de cada uno de los tres tipos de cruzamientos experimentales en dicho plano cartesiano.

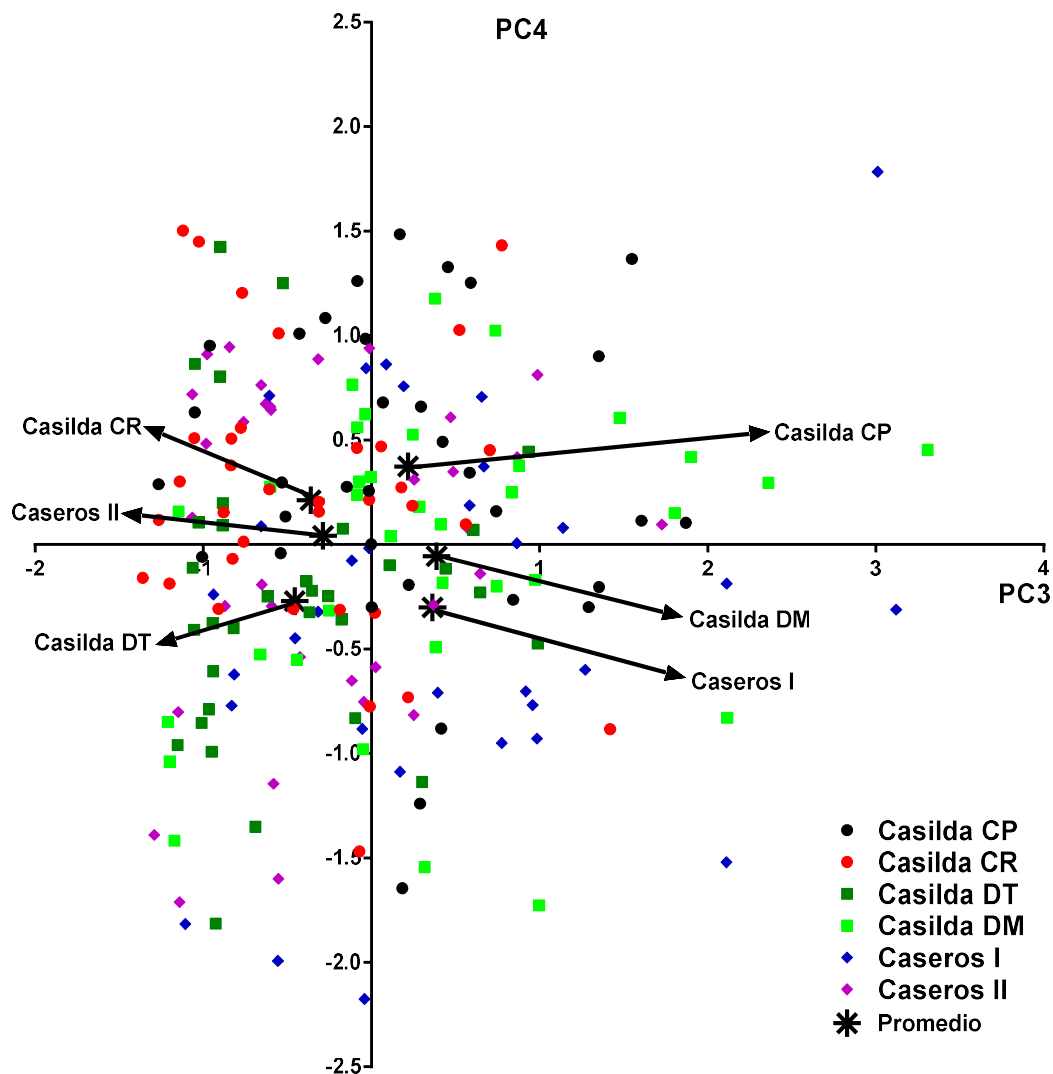


Figura N° 58 – Caracteres a la faena: Distribución de los valores promedio correspondientes a cada uno de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

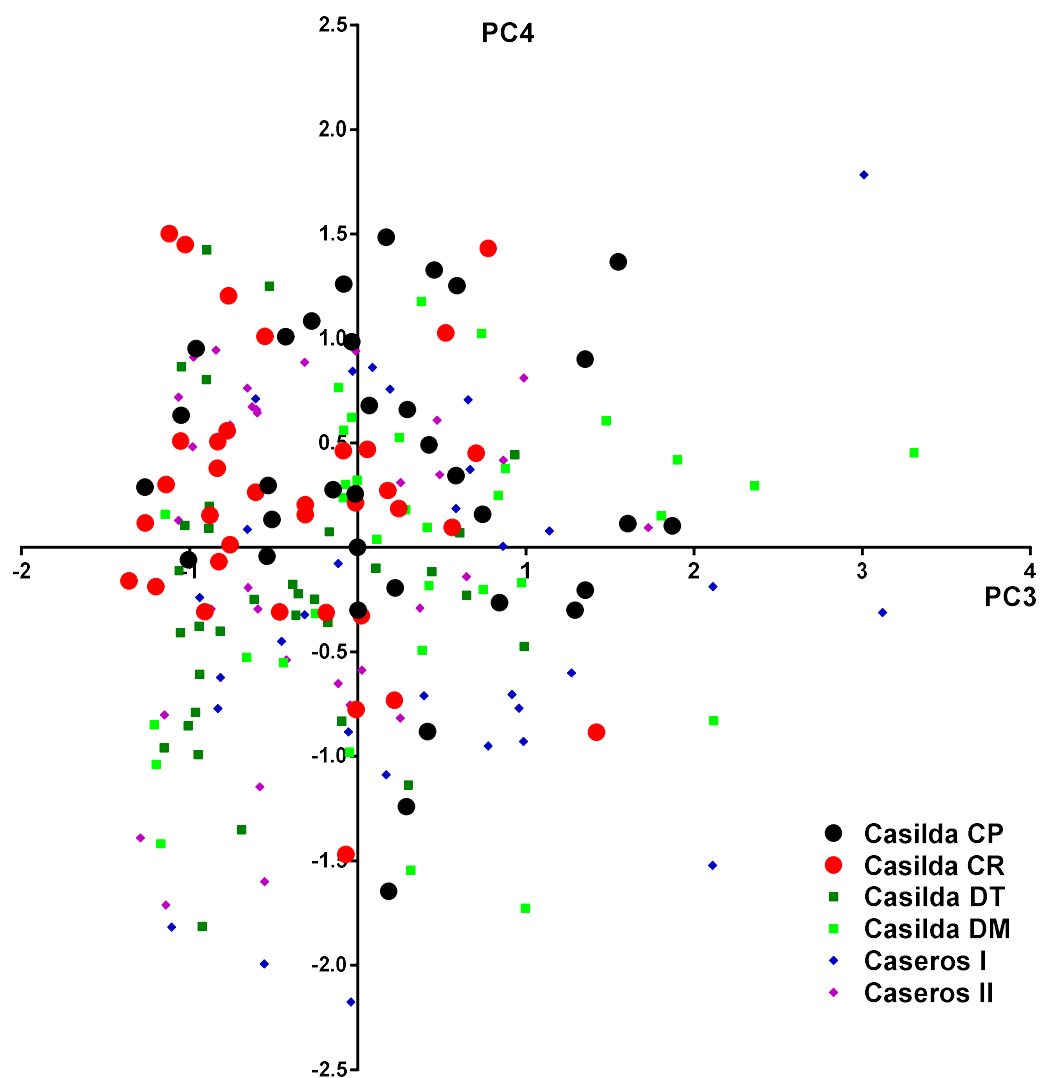


Figura N° 59 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

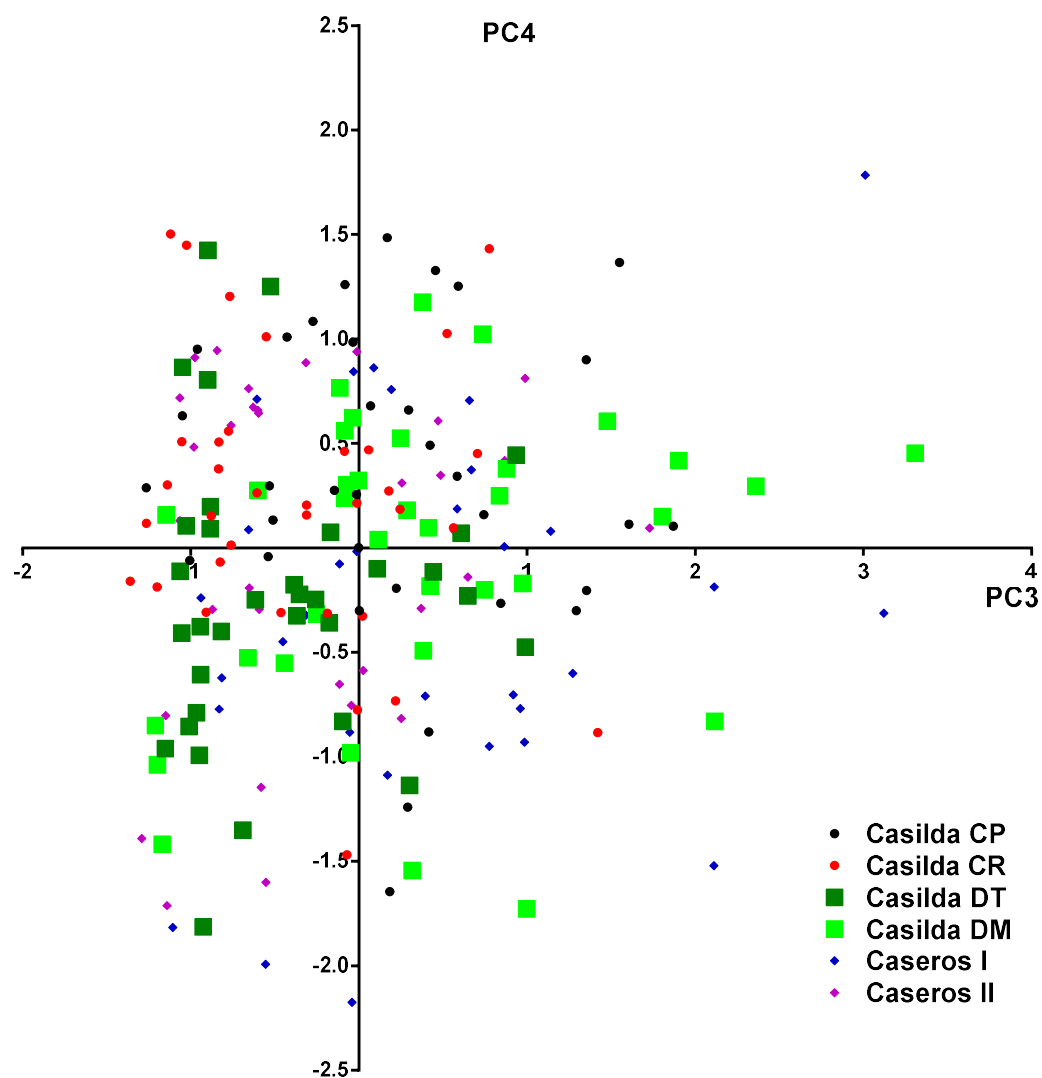


Figura N° 60 – Caracteres a la faena: Ubicación de los cruzamientos de tres vías en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

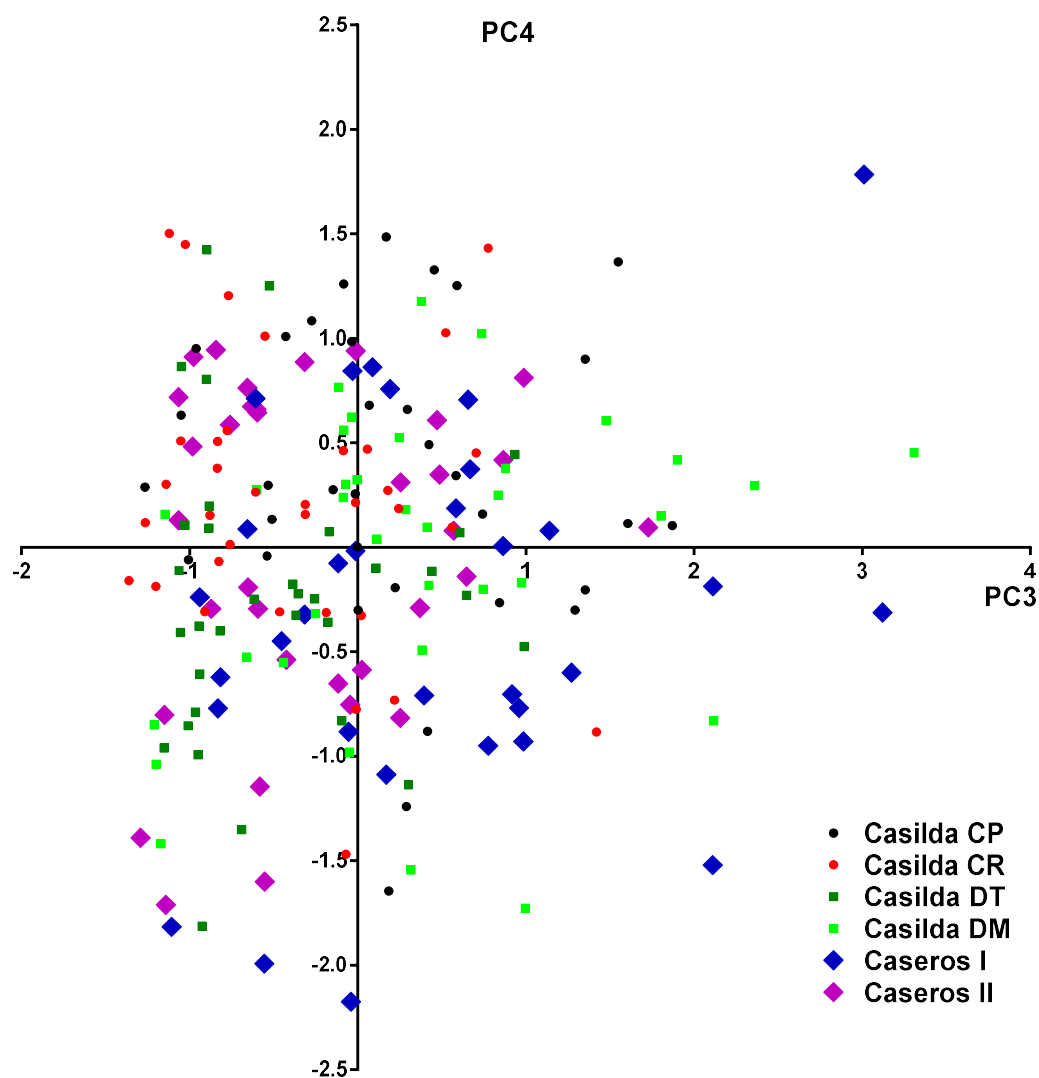


Figura N° 61 – Caracteres a la faena: Ubicación de las aves derivadas de los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por la tercera y la cuarta componente principal

Análisis discriminante

La Tabla 63 resume los resultados del análisis discriminante aplicado a los caracteres a la faena –proporción de grasa abdominal, proporción de pechuga con hueso y proporción de pata-muslo derecho, todos ellos relativizados al peso corporal pre-faena, más el rendimiento a la faena- en los seis cruzamientos experimentales. El mismo puso en evidencia la relativa incapacidad de los caracteres mencionados para diferenciar a las aves (error de asignación: $60,5\% = 127 \text{ aves} / 210$).

Tabla N° 63 - Grupo genético de origen de seis cruzamientos experimentales de pollo campero y grupo genético asignado por el análisis discriminante canónico							
Grupo de origen	Grupo asignado						Total
	CP	CR	DT	DM	Cas I	Cas II	
CP	15	6	1	5	3	5	35
CR	7	15	2	2	3	6	35
DT	1	7	13	6	3	5	35
DM	7	0	8	12	5	3	35
Cas I	5	3	4	2	18	3	35
Cas II	1	9	10	5	0	10	35
Total	36	40	38	32	32	32	210
Número de aves mal clasificadas: 127							
• Proporción de aves mal clasificadas: $(127/210)*100 = 60,5\%$							

El menor error de clasificación correspondió a los cruzamientos simples ($27/70 = 38,6\%$), en segundo lugar, se ubicaron los cruzamientos de tres vías ($31/70 = 44,3\%$) y, por último, los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples ($39/70 = 55,7\%$).

La Tabla 64 presenta los valores correspondientes a las tres primeras componentes canónicas que explicaron, en conjunto, el $99,93\%$ de la variancia global, total que resultó de la suma de un $54,48\%$ correspondiente a la primera componente canónica, el $34,72\%$ a la segunda y el $10,73\%$ a la tercera componente.

Tabla N° 64 - Estimadores de las tres primeras componentes canónicas en las seis poblaciones experimentales de pollos camperos						
	Grupo genético					
	Casilda CP	Casilda CR	Casilda DT	Casilda DM	Caseros I	Caseros II
Componente canónica 1	11,76 a ± 0,189	11,17 ac ± 0,152	10,38 b ± 0,132	11,05 c ± 0,170	11,43 ac ± 0,187	10,38 b ± 0,135
Componente canónica 2	- 8,78 ac ± 0,142	- 9,13 a ± 0,123	- 8,42 bc ± 0,110	- 8,06 bd ± 0,110	- 7,59 d ± 0,180	- 8,63 ab ± 0,150
Componente canónica 3	7,73 a ± 0,155	8,14 a ± 0,142	8,13 a ± 0,129	7,55 a ± 0,187	8,10 a ± 0,216	7,69 a ± 0,171
Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar Tamaño muestral: N = 35 aves por grupo genético a,b,c,d Valores con diferente letra difieren al menos al 0,05 para las comparaciones entre grupos genéticos						

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos cruzamientos simples en los valores promedios de la primera componente canónica, pero sí entre los dos cruzamientos de tres vías (Casilda DT < Casilda DM) y entre los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples (Caseros I > Caseros II). Los dos cruzamientos simples no se diferenciaron significativamente en el valor promedio de la segunda componente canónica. Tampoco lo hicieron los dos cruzamientos de tres vías entre sí y ambos presentaron mayores valores que Casilda CP y Casilda CR. Los cruzamientos recíprocos entre los Casilda CP y Casilda CR se diferenciaron significativamente en el valor promedio de esta componente (Caseros I > Caseros II). El grupo Caseros I presentó el mayor valor diferenciándose significativamente de los cinco grupos restantes mientras que Caseros II no se diferenció de ninguno de los cruzamientos simples ni de los dos cruzamientos de tres vías. Los grupos no se diferenciaron en el valor promedio de la tercera componente canónica.

La primera componente canónica se asoció en forma positiva y significativa con la proporción de pechuga con hueso ($r = 0,827$; $P < 0,0001$), con la proporción de grasa abdominal ($r = 0,533$; $P < 0,0001$), en menor medida, con el rendimiento ($r = 0,342$; $P < 0,0001$) y no mostró asociación con la proporción de pata-muslo ($r = -0,025$; $P = 0,722$).

La segunda componente canónica no mostró asociación con la proporción de pechuga ($r = -0,100$; $P = 0,167$), se correlacionó en forma positiva y significativa con la proporción de pata-muslo ($r = 0,545$; $P < 0,0001$) y con la proporción de grasa abdominal ($r = 0,449$; $P < 0,0001$) y en forma negativa y significativa ($r = -0,373$; $P < 0,0001$) con el rendimiento.

La tercera componente canónica no mostró asociación con el rendimiento a la faena ($r = 0,031$; $P = 0,652$). Se asoció en forma positiva y significativa con los valores de los dos cortes de interés carnívero (pechuga: $r = 0,553$; $P < 0,0001$) y pata-muslo: $r = 0,494$; $P < 0,0001$) y negativa y significativamente ($r = -0,692$; $P < 0,0001$) con la proporción de grasa abdominal.

La Figura 62 muestra la distribución de las 210 aves -35 por grupo genético- en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas. Casilda DT y Caseros II se ubican hacia la izquierda del plano, Casilda CR y Casilda DM ocupan la porción central y Casilda CP y Caseros I se encuentran hacia la derecha.

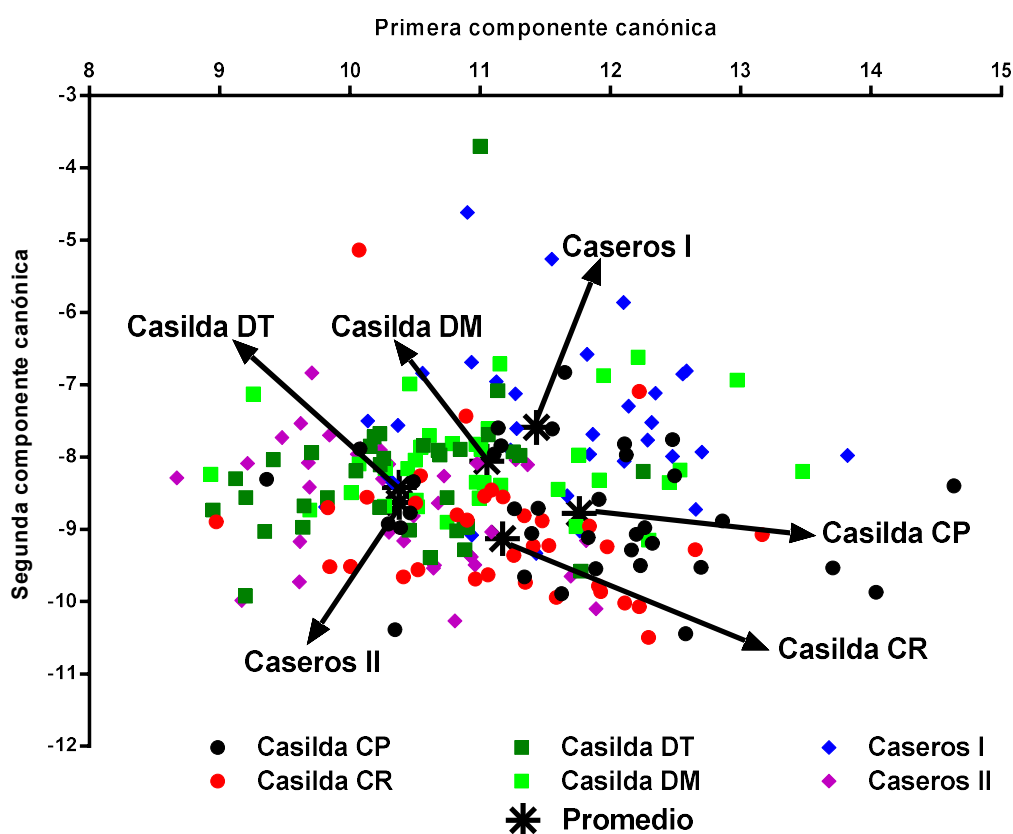


Figura 62 – Ubicación relativa de los seis grupos experimentales en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Las Figuras 63, 64 y 65 resaltan el comportamiento diferencial de cada par de cruzamientos (simples, tres vías y recíprocos, respectivamente) en relación a los dos pares de cruzamientos experimentales restantes.

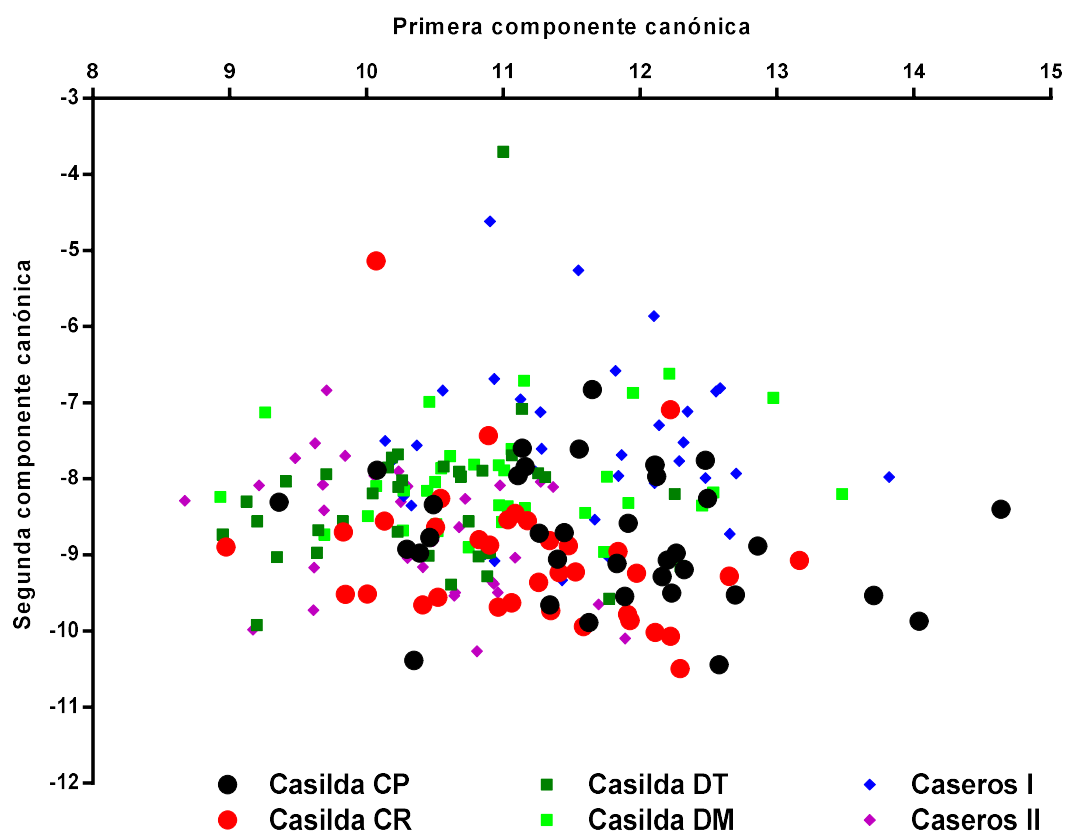


Figura 63 – Ubicación relativa de los cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

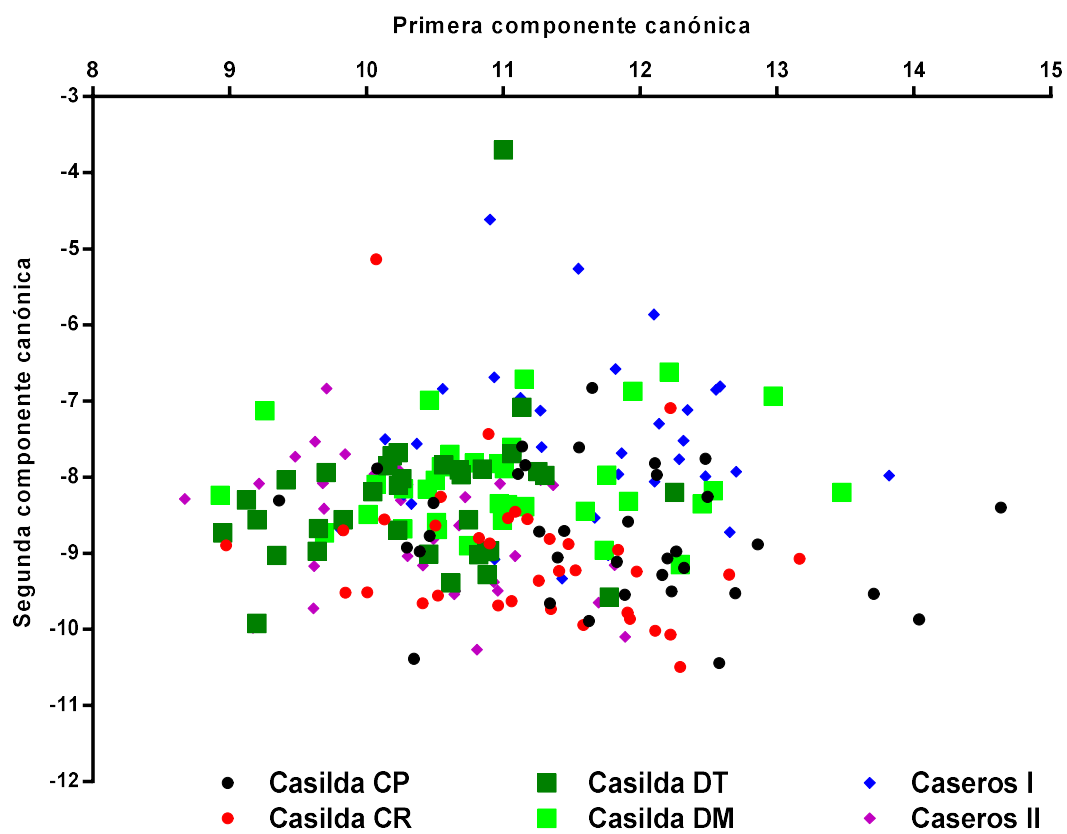


Figura 64 – Ubicación relativa de los cruzamientos experimentales de tres vías en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

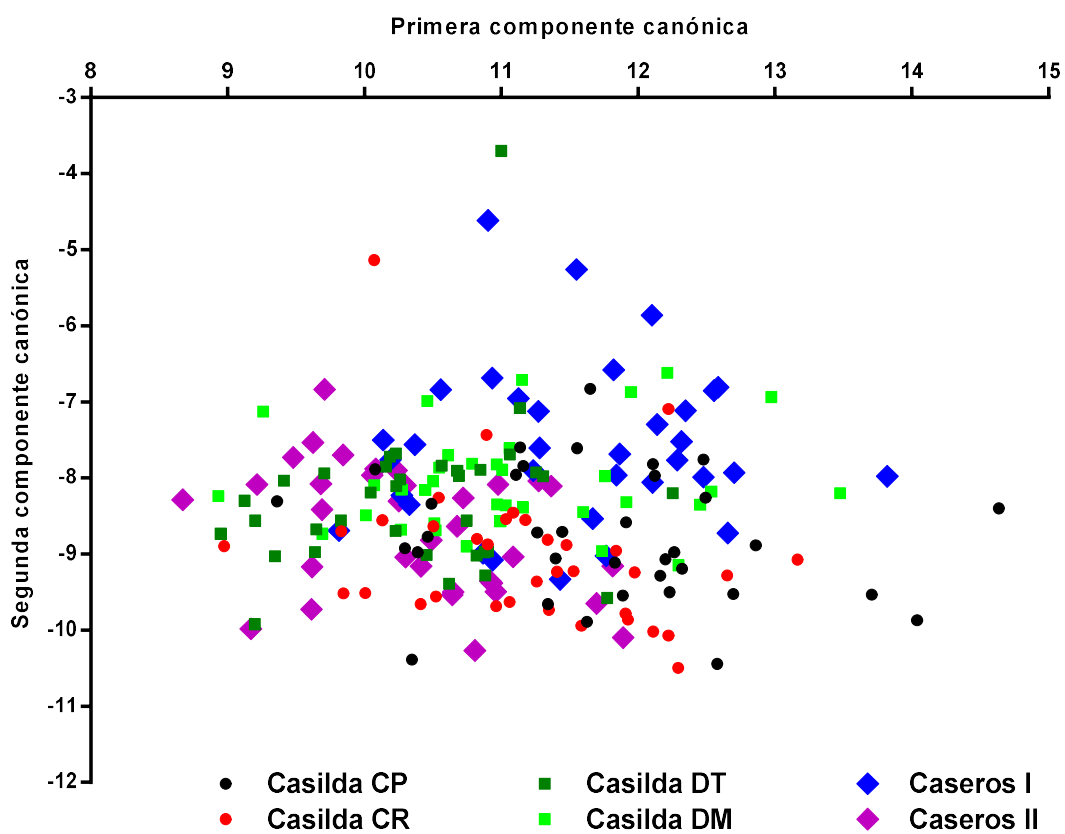


Figura 65 – Ubicación relativa de los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes canónicas derivadas del análisis discriminante basado en los caracteres a la faena

Experimento de faena seriada

I. Cruzamientos simples

I.1. Peso relativo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento, en función de la edad, compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 2,032$; $P = 0,099$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística, con valor biológico, de $19,4 \pm 1,13$ para el valor asintótico (A) y de $0,2250 \pm 0,07111$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,793 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,816$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

I.2. Peso relativo de pata y muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,263$; $P = 0,949$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose las siguientes estimaciones de los parámetros A: $9,79 \pm 0,113$ y k: $0,730 \pm 0,1993$. El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,680 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,809$).

I.3. Peso relativo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 2,151$; $P = 0,083$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos con valores estimados de $A = 4,79 \pm 0,060$ y $k = 0,5413 \pm 0,09895$. El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,869 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,881$).

I.4. Peso relativo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,406$; $P = 0,868$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros A y k de $5,17 \pm 0,087$ y $0,5835 \pm 0,2276$, respectivamente. El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,490 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,816$).

I.5. Peso relativo del ala

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,501$; $P = 0,240$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,0096$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,602$; $P = 0,554$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 4,26$).

I.6. Peso relativo de la carcasa

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. En los tres casos los resultados de los tests de rachas ($P > 0,05$) permitieron conservar la hipótesis de linealidad. Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,076$; $P = 0,355$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,0600$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,602$; $P = 0,554$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 17,06$).

I.7. Peso relativo del depósito graso abdominal

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos (R^2 : Casilda CP = 0,763; Casilda CR = 0,716; Campero INTA = 0,720). Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad

en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero (Casilda CP: $P = 0,0002$; Casilda CR: $P = 0,0005$; Campero INTA: $P = 0,0019$) poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 2,370$; $P = 0,112$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,086$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que difirieron en forma significativa ($F = 4,109$; $P = 0,026$ – Casilda CP ($a = 0,0610$) < Casilda CR = $0,1661$ < Campero INTA = $0,2487$).

I.8. Peso relativo del hígado

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,803$; $P = 0,577$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $4,81 \pm 0,271$ para el valor de inicio (Y_0), de $1,057 \pm 0,3307$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,1914 \pm 0,0471$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de $0,885$ y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,437$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

I.9. Peso relativo del corazón

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. Si bien se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias globales ($F = 2,788$; $P = 0,032$) las comparaciones de los estimadores de los parámetros no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Y_0 - Casilda CP: $0,926 \pm 0,071$; Casilda CR: $1,117 \pm 0,50$; Campero INTA: $1,138 \pm 0,101$; $F = 0,254$; $P = 0,098$ / Plateau - Casilda CP: $0,506 \pm 0,076$; Casilda CR: $0,467 \pm 0,057$; Campero INTA: $0,500 \pm 0,091$; $F = 0,092$; $P = 0,912$ / k - Casilda CP: $0,1966 \pm 0,1061$; Casilda CR: $0,1909 \pm 0,0481$; Campero INTA: $0,2491 \pm 0,1131$; $F = 0,162$; $P = 0,851$). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó valores de $0,845$; $0,963$ y $0,903$ para Casilda CP, Casilda CR y Campero INTA, respectivamente y los residuales presentaron en los tres casos una distribución aleatoria (Test de rachas: $P > 0,05$).

I.10. Peso relativo de la molleja

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. Se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias globales ($F=3,060$; $P=0,022$) atribuibles a diferencias estadísticamente significativas en el valor de estabilización final que fue mayor en Casilda CR (Plateau - Campero CP: $2,83 \pm 0,119$; Casilda CR: $3,52 \pm 0,202$; Campero INTA: $2,53 \pm 0,271$; $F = 6,320$; $P = 0,006$) en tanto las comparaciones de los estimadores de los dos parámetros restantes no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Y_0 - Casilda CP: $8,74 \pm 0,929$; Casilda CR: $12,08 \pm 3,90$; Campero INTA: $9,66 \pm 1,18$; $F = 0,201$; $P = 0,819$ / k - Casilda CP: $0,5941 \pm 0,1120$; Casilda CR: $0,9514 \pm 0,3872$; Campero INTA: $0,4825 \pm 0,1178$; $F = 0,264$; $P = 0,770$). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó valores de 0,930; 0,745 y 0,922 para Casilda CP, Casilda CR y Campero INTA, respectivamente y los residuales presentaron en los tres casos una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,930$; 0,745; 0,923).

I.11. Peso relativo de la piel de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F= 0,689$; $P= 0,661$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros con valor biológico de $19,87 \pm 1,212$ para el valor de inicio (Y_0), de $7,34 \pm 0,522$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,3186 \pm 0,0603$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,870 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,897$).

I.12. Peso relativo del músculo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,555$; $P = 0,761$). Ello permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $70,3 \pm 2,76$ para el valor asintótico (A) y de $0,3908 \pm 0,1546$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un

valor de 0,833 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,643$).

I.13. Peso relativo del hueso de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,321$; $P = 0,920$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $33,9 \pm 4,64$ para el valor de inicio (Y_0), de $19,9 \pm 3,24$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,2795 \pm 0,2305$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,620 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,976$).

I.14. Peso relativo de la piel de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,778$; $P = 0,188$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = -0,1112$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,446$; $P = 0,644$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 9,15$).

I.15. Peso relativo del músculo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,571$; $P = 0,572$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,2101$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,295$; $P = 0,289$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 55,3$).

I.16. Peso relativo del hueso de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,838$; $P = 0,443$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = - 0,0746$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,467$; $P = 0,631$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 34,0$).

I.17. Peso relativo de la piel del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 3,190$; $P = 0,065$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = - 0,0500$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,227$; $P = 0,307$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 11,67$).

I.18. Peso relativo del músculo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,894$; $P = 0,122$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $69,0 \pm 0,49$ para el valor asintótico (A) y de $0,6671 \pm 0,1308$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,796 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,579$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

I.19. Peso relativo del hueso del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,215$; $P = 0,332$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $31,25 \pm 2,744$ para el valor de inicio (Y_0), de $19,58 \pm 0,509$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,4991 \pm 0,1604$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,618 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (test de rachas: $P = 0,893$).

La Figura 66 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de los principales cortes en función de la edad cronológica.

La Figura 67 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de grasa abdominal, corazón, hígado y molleja en función de la edad cronológica.

La Figura 68 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de piel, músculo y hueso en función de la edad cronológica, de la pechuga, la pata y el muslo.

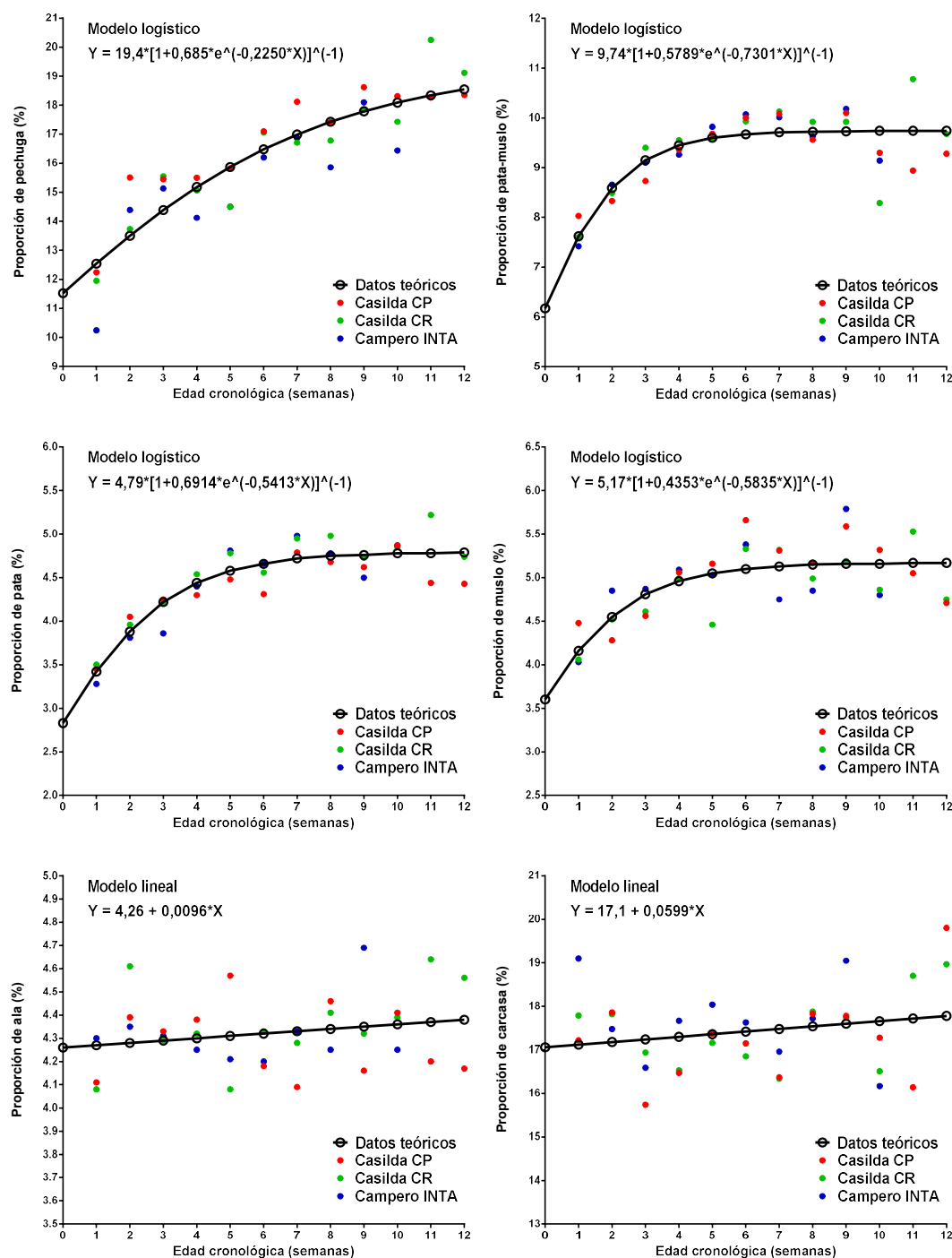


Figura N° 66 – Comportamiento dinámico de la proporción de los diferentes cortes de interés carnicero en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

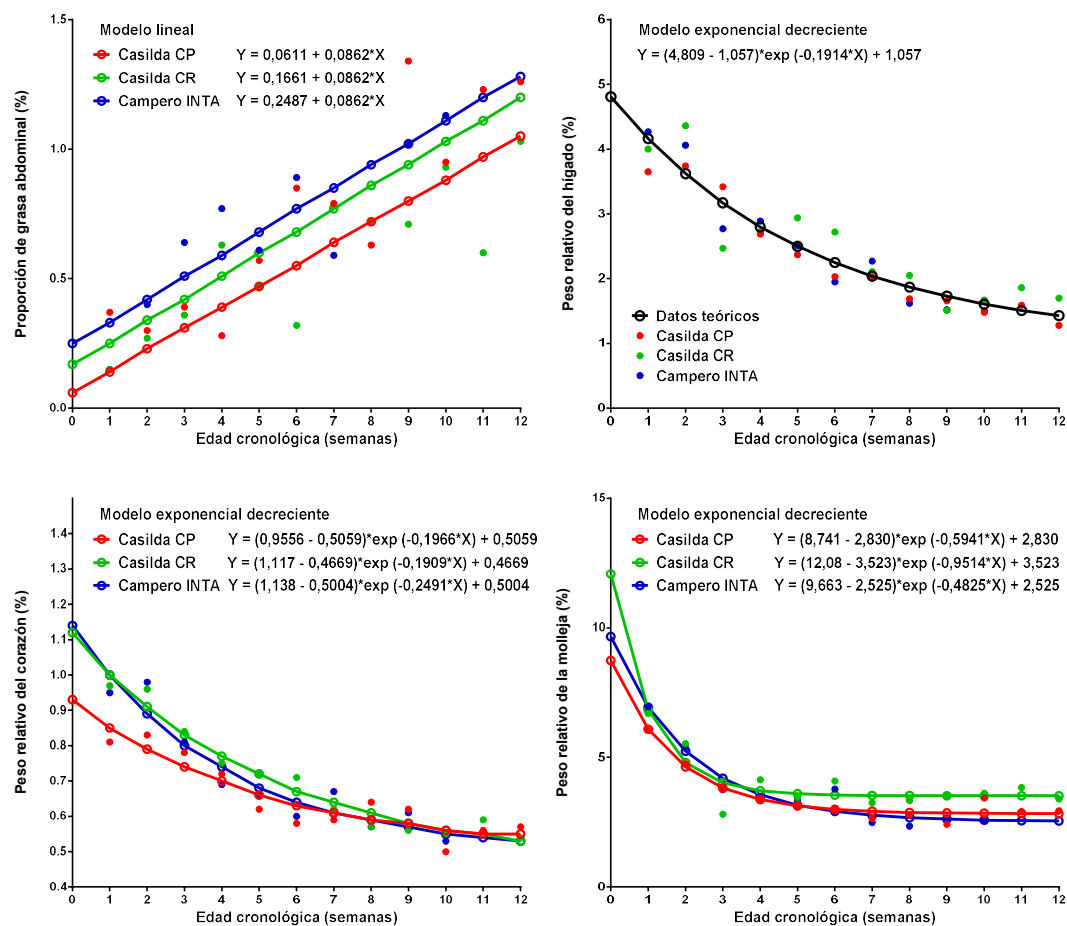


Figura N° 67 – Comportamiento dinámico de la proporción de grasa abdominal y del peso relativo del hígado, el corazón y la molleja en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

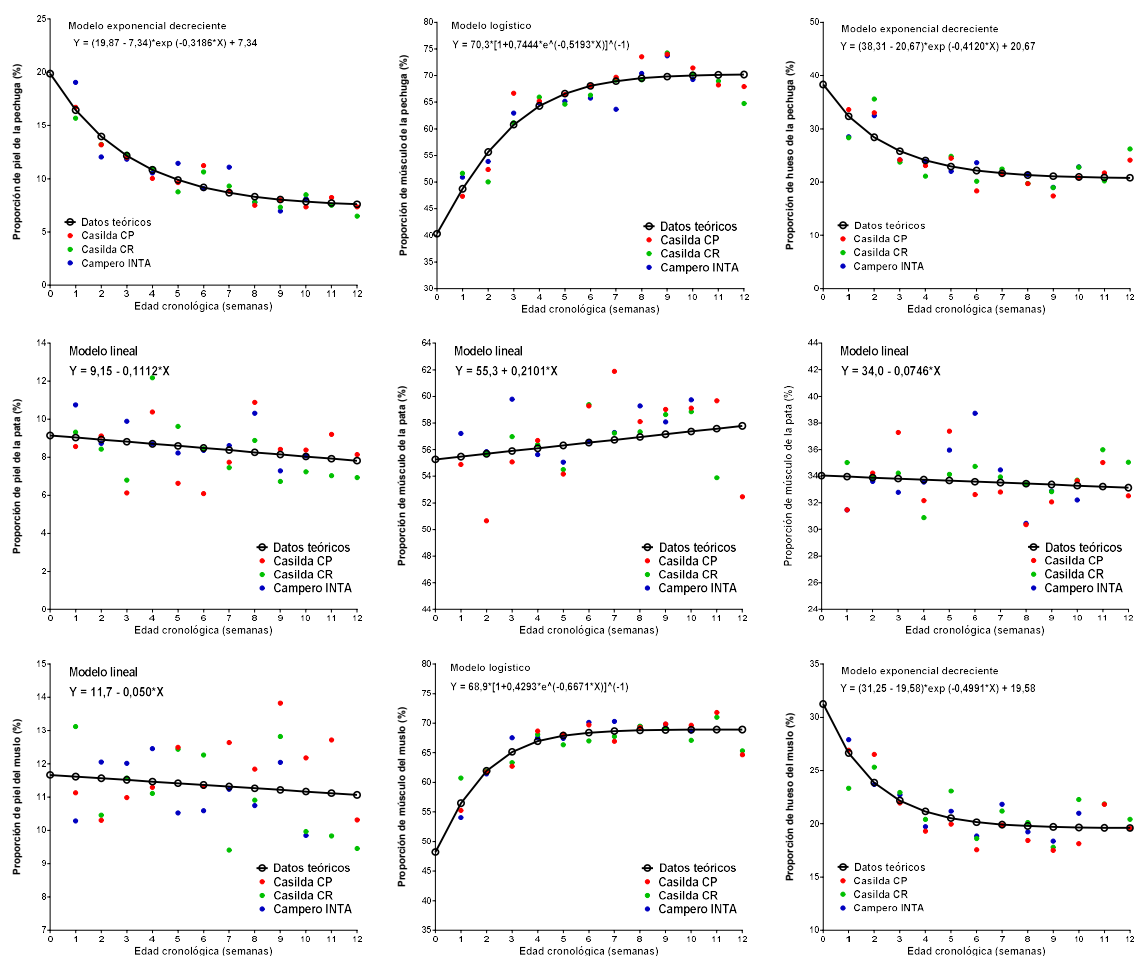


Figura N° 68 – Comportamiento dinámico de la proporción de piel, músculo y hueso de la pechuga (arriba), la pata (centro) y el muslo (abajo) en dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

II. Cruzamientos de tres vías

II.1. Peso relativo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,689$; $P = 0,683$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $18,19 \pm 0,473$ para el valor asintótico (A) y de $0,3000 \pm 0,08002$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,741 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,634$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.2. Peso relativo de pata y muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,642$; $P = 0,173$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $10,7 \pm 0,22$ para el valor asintótico (A) y de $0,354 \pm 0,0890$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,729 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,233$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.3. Peso relativo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,862$; $P = 0,123$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $5,25 \pm 0,143$ para el valor asintótico (A) y de $0,2812 \pm 0,07394$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,760 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,253$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.4. Peso relativo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,612$; $P = 0,719$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $5,42 \pm 0,104$ para el valor asintótico (A) y de $0,4084 \pm 0,1160$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,668 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,695$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.5. Peso relativo del ala

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,579$; $P = 0,566$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,0438$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,371$; $P = 0,693$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 3,98$).

II.6. Peso relativo de la carcasa

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,145$; $P = 0,331$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,1798$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 2,349$; $P = 0,111$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 17,39$).

II.7. Peso relativo del depósito graso abdominal

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos (R^2 : Casilda DT = 0,494; Casilda DM = 0,702; Campero INTA = 0,925). Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo (Casilda DT: $b = 0,0359 \pm 0,01098$; Casilda DM: $b = 0,0746 \pm 0,01466$; Campero INTA: $b = 0,0999 \pm 0,00946$) y difirieron significativamente de cero (Casilda DT: $P = 0,0074$; Casilda DM: $P = 0,0004$; Campero INTA: $P < 0,0001$) poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La presencia de diferencias significativas entre las tres pendientes ($F = 6,203$; $P = 0,002$) no permitió comparar las alturas de las respectivas rectas. Dicha diferencia es atribuible a Casilda DT que difirió de los dos grupos restantes ($P < 0,05$) mientras que la diferencia observada en los estimadores de las pendientes entre Casilda DM y el grupo de referencia no fue estadísticamente significativa ($F = 1,697$; $P = 0,207$) con una pendiente común igual a 0,0841. Campero INTA presentó mayor ordenada al origen ($F = 30,81$; $P < 0,0001$) que Campero DM ($0,38 \pm 0,064$ vs. $0,16 \pm 0,116$).

II.8. Peso relativo del hígado

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. No se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 0,718$; $P = 0,639$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $4,83 \pm 0,212$ para el valor de inicio (Y_0), de $1,432 \pm 0,0712$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,3403 \pm 0,0372$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,941 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,373$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.9. Peso relativo del corazón

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. No se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 1,244$; $P = 0,316$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $0,82 \pm 0,034$

para el valor de inicio (Y_0), de $0,516 \pm 0,0330$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,1997 \pm 0,0668$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,758 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,647$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.10. Peso relativo de la molleja

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. Se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias globales ($F = 4,915$; $P = 0,002$) atribuibles a diferencias estadísticamente significativas en el valor de la tasa de decaimiento exponencial que fue mayor en Campero INTA (k - Campero DT: $0,1990 \pm 0,0821$; Campero DM: $0,3436 \pm 0,0644$; Campero INTA: $0,6360 \pm 0,1691$; $F = 3,179$; $P = 0,05$) en tanto las comparaciones de los estimadores de los dos parámetros restantes no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Y_0 - Campero DT: $7,83 \pm 0,747$; Campero DM: $8,34 \pm 0,565$; Campero INTA: $10,98 \pm 1,847$; $F = 1,797$; $P = 0,184$ / Plateau - Campero DT: $2,60 \pm 0,675$; Campero DM: $3,23 \pm 0,174$; Campero INTA: $2,84 \pm 0,227$; $F = 0,691$; $P = 0,509$). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó valores de 0,855; 0,939 y 0,882 para Campero CP, Campero CR y Campero INTA, respectivamente y los residuales presentaron en los tres casos una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,347$; 0,746; 0,833) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.11. Peso relativo de la piel de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,839$; $P = 0,551$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $16,36 \pm 0,810$ para el valor de inicio (Y_0), de $7,54 \pm 0,495$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,2501 \pm 0,0535$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,851 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,966$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.12. Peso relativo del músculo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. El no rechazo de la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 1,990$; $P = 0,101$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $70,4 \pm 4,09$ para el valor asintótico (A) y de $0,1652 \pm 0,0775$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,693 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,253$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.13. Peso relativo del hueso de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,967$; $P = 0,465$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $39,7 \pm 5,02$ para el valor de inicio (Y_0), de $24,6 \pm 0,46$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,7076 \pm 0,2526$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,519 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,411$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.14. Peso relativo de la piel de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,533$; $P = 0,232$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = -0,1830$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 0,175$; $P = 0,840$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 10,17$).

II.15. Peso relativo del músculo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 2,427$; $P = 0,105$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,4466$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,752$; $P = 0,189$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 55,6$).

II.16. Peso relativo del hueso de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,198$; $P = 0,316$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = - 0,1902$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,619$; $P = 0,213$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 33,2$).

II.17. Peso relativo de la piel del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,156$; $P = 0,328$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = - 0,1616$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,129$; $P = 0,897$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 12,21$).

II.18. Peso relativo del músculo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,521$; $P = 0,208$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $69,6 \pm 0,68$ para el valor asintótico (A) y de $0,4670 \pm 0,1558$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,566 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,848$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

II.19. Peso relativo del hueso del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,923$; $P = 0,408$) permitió estimar una pendiente común ($bc = -0,1604$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que mostraron diferencias estadísticamente significativas ($F = 4,357$; $P = 0,021$) con valores de la ordenada al origen de $22,22 \pm 0,700$ para Casilda DT, $21,12 \pm 1,162$ para Casilda DM y $18,84 \pm 0,769$ para Campero INTA

La Figura 69 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de los principales cortes en función de la edad cronológica.

La Figura 70 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de grasa abdominal, corazón, hígado y molleja en función de la edad cronológica.

La Figura 71 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de piel, músculo y hueso en función de la edad cronológica, de la pechuga, la pata y el muslo.

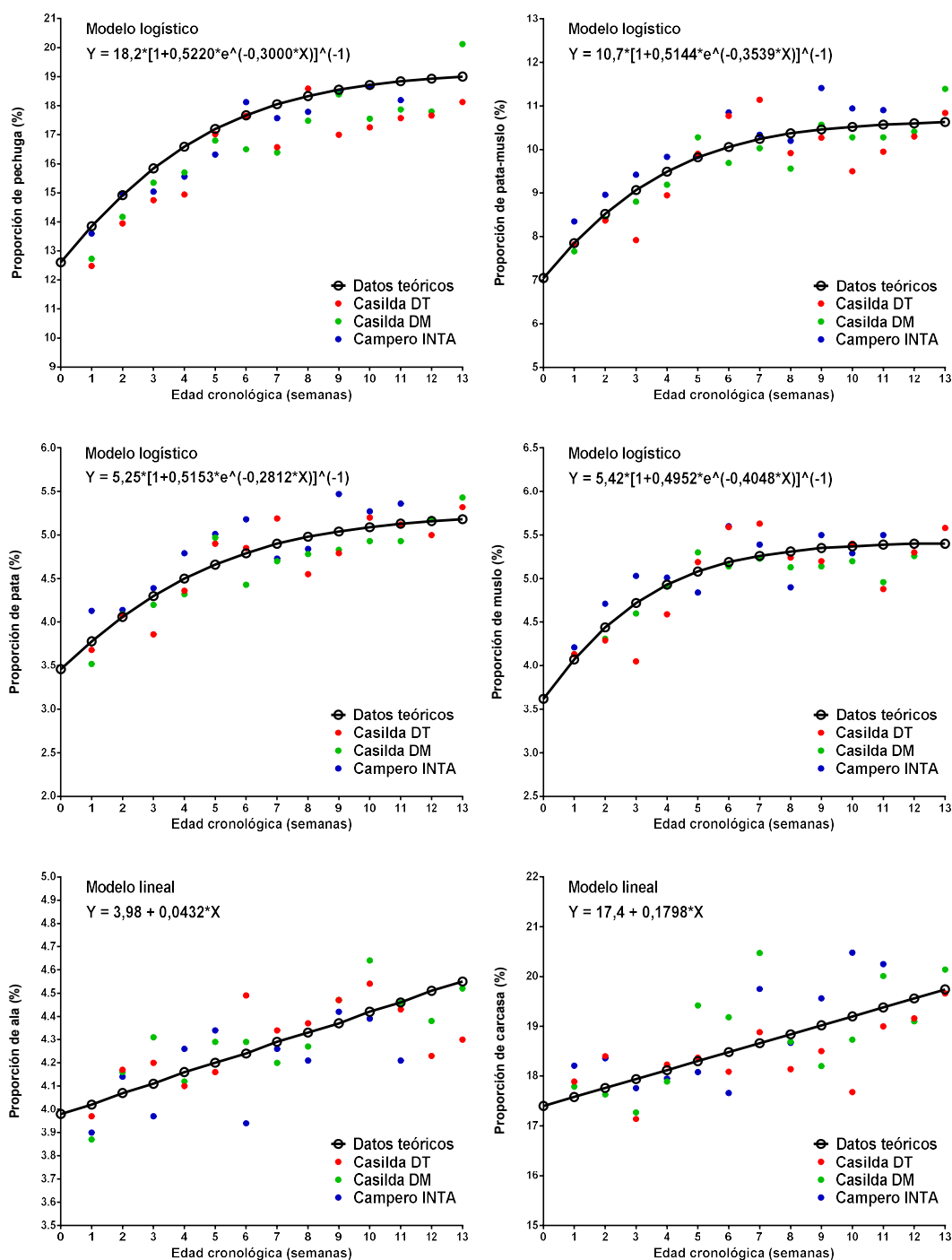


Figura N° 69 - Comportamiento dinámico de la proporción de los diferentes cortes de interés carnicero en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

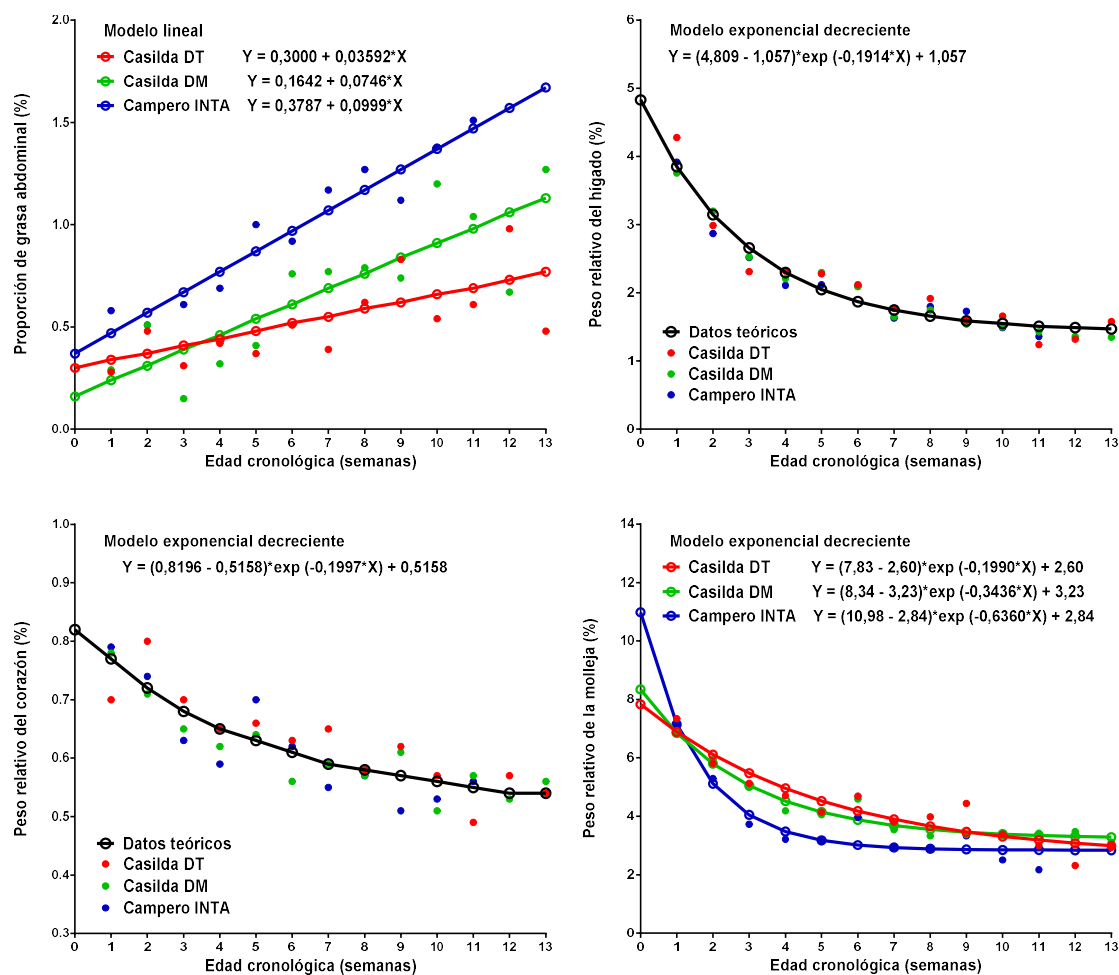


Figura N° 70 - Comportamiento dinámico de la proporción de grasa abdominal y del peso relativo del hígado, el corazón y la molleja en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

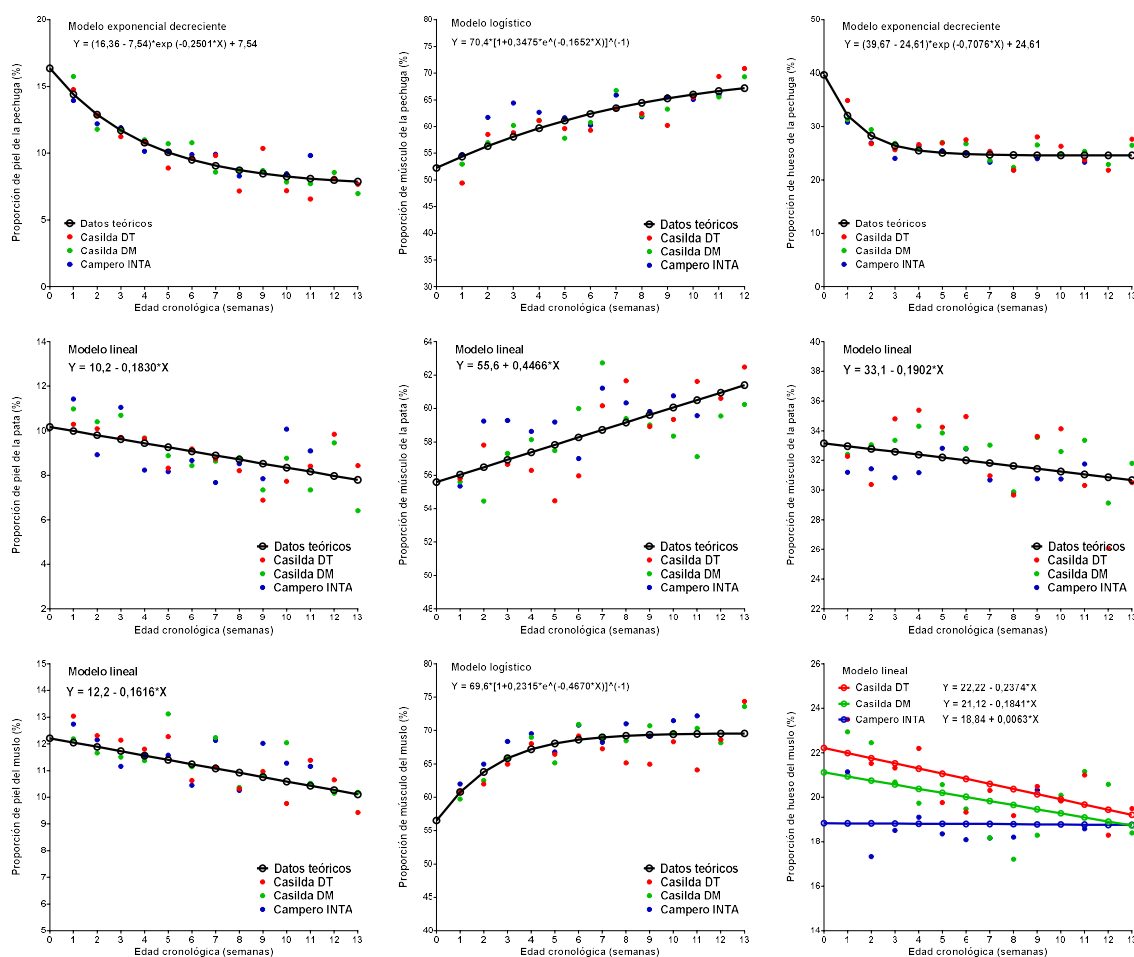


Figura N° 71 - Comportamiento dinámico de la proporción de piel, músculo y hueso de la pechuga (arriba), la pata (centro) y el muslo (abajo) en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en el genotipo de referencia

III. Cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples

III.1. Peso relativo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 2,359$; $P = 0,060$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $20,8 \pm 1,44$ para el valor asintótico (A) y de $0,2092 \pm 0,07879$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,856 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,066$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.2. Peso relativo de pata y muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,020$; $P = 0,433$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $10,34 \pm 0,119$ para el valor asintótico (A) y de $0,3980 \pm 0,05754$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,892 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,130$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.3. Peso relativo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. Se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 3,424$; $P = 0,012$). Los estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico correspondientes a los tres grupos fueron $4,81 \pm 0,059$; $4,96 \pm 0,069$ y $5,03 \pm 0,0699$ para el valor asintótico (A) y de $0,5347 \pm 0,10870$; $0,6506 \pm 0,08398$ y $0,6340 \pm 0,13340$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k) en Caseros I, Caseros II y Campero INTA, respectivamente. El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,908; 0,948 y 0,909 y los residuales presentaron en los tres casos una distribución

aleatoria (Test de rachas: $P = 0,825$; $0,533$ y $0,109$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.4. Peso relativo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,169$; $P = 0,352$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $5,14 \pm 0,075$ para el valor asintótico (A) y de $0,4420 \pm 0,1022$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de $0,748$ y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,442$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.5. Peso relativo del ala

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un comportamiento estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,017$; $P = 0,983$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,0294$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,359$; $P = 0,271$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 4,15$).

III.6. Peso relativo de la carcasa

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 1,940$; $P = 0,161$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,0650$) y comparar las

alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,851$; $P = 0,174$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 17,92$).

III.7. Peso relativo del depósito graso abdominal

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos (R^2 : Caseros I = 0,931; Caseros II = 0,918; Campero INTA = 0,938). Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero (Caseros I: $P = 0,1274$; Caseros II: $P = 0,0667$; Campero INTA: $P = 0,1885$) poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La existencia de diferencias significativas entre las pendientes (Campero INTA = Caseros I > Caseros II; $F = 17,57$; $P < 0,0001$) no permitió comparar las alturas de las respectivas rectas de regresión. Dada la ausencia de diferencias significativas en las pendientes entre Caseros I y Campero INTA ($F = 1,668$; $P = 0,211$; $b_c = 0,1380$) fue posible comparar las alturas de las respectivas rectas las que no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($F = 1,820$; $P = 0,192$).

III.8. Peso relativo del hígado

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. No se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 1,521$; $P = 0,209$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $4,24 \pm 0,142$ para el valor de inicio (Y_0), de $1,228 \pm 0,1611$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,1908 \pm 0,0296$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,947 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,120$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.9. Peso relativo del corazón

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. No se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 0,648$; $P = 0,691$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos

obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $0,82 \pm 0,027$ para el valor de inicio (Y_0), de $0,554 \pm 0,0200$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,2341 \pm 0,0600$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,826 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,219$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.10. Peso relativo de la molleja

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. Se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias globales ($F = 2,817$; $P = 0,029$) lo que no pudo ser atribuido a diferencias estadísticamente significativas en el valor de ninguno de los estimadores de los parámetros con valor biológico en tanto los mismos no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (Y_0 – Caseros I: $7,77 \pm 0,749$; Caseros II: $5,66 \pm 0,518$; Campero INTA: $7,41 \pm 0,846$; $F = 1,773$; $P = 0,189$ / Plateau – Caseros I: $2,35 \pm 0,438$; Caseros II: $2,42 \pm 0,953$; Campero INTA: $2,43 \pm 0,300$; $F = 0,009$; $P = 0,991$ y k - Caseros I: $0,2631 \pm 0,08298$; Caseros II: $0,1522 \pm 0,10780$; Campero INTA: $0,3389 \pm 0,10330$; $F = 0,422$; $P = 0,660$). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó valores de 0,895; 0,789 y 0,873 para Caseros I, Caseros II y Campero INTA, respectivamente y los residuales presentaron en los tres casos una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,533$; 0,424 y 0,424) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.11. Peso relativo de la piel de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo exponencial decreciente en los tres grupos. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 1,175$; $P = 0,349$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función con valor biológico de $17,43 \pm 1,329$ para el valor de inicio (Y_0), de $8,55 \pm 0,338$ para el valor de estabilización final (Plateau inferior) y de $0,4048 \pm 0,0935$ para la tasa de decaimiento exponencial (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,776 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,435$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.12. Peso relativo del músculo de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. Se rechazó la hipótesis de igualdad de las trayectorias ($F = 3,884$; $P = 0,006$) obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $70,8 \pm 0,71$; $73,9 \pm 3,15$ y $71,0 \pm 1,21$ para el valor asintótico (A) y de $0,4253 \pm 0,06722$; $0,1656 \pm 0,05168$ y $0,3359 \pm 0,08818$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k) en Caseros I, Caseros II y Campero INTA respectivamente. La diferencia en las trayectorias es atribuible a diferencias en el valor de k ($F = 3,940$; $P = 0,0329$) debido a diferencias entre Caseros I y Caseros II ($F = 9,566$; $P = 0,006$) sin diferencias significativas en el valor de A ($F = 0,667$; $P = 0,521$) El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó valores de 0,954; 0,945 y 0,901 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,932$; 0,825 y 0,991) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto en los tres grupos.

III.13. Peso relativo del hueso de la pechuga

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos (R^2 : Caseros I = 0,931; Caseros II = 0,961; Campero INTA = 0,831). Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P = 0,652$; 0,854; 0,651). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo negativo (Caseros I: $b = -0,8077 \pm 0,06973$; Caseros II: $b = -1,094 \pm 0,06969$; Campero INTA: $b = -0,7763 \pm 0,11091$) y difirieron significativamente de cero ($P < 0,0001$) poniendo en evidencia un patrón decreciente del carácter en función de la edad cronológica. La presencia de diferencias significativas entre las tres pendientes ($F = 4,181$; $P = 0,025$) no permitió comparar las alturas de las respectivas rectas. Dicha diferencia es atribuible a Caseros II que difirió de los dos grupos restantes ($P < 0,05$) mientras que la diferencia observada en los estimadores de las pendientes entre Caseros I y el grupo de referencia no fue estadísticamente significativa ($F = 0,057$; $P = 0,813$) con una pendiente común igual a $-0,7920$. No se observaron diferencias significativas en las alturas de las rectas de regresión de estos dos grupos ($F = 0,362$; $P = 0,554$) correspondiéndoles un valor de 27,08 a la ordenada al origen común a ambos.

III.14. Peso relativo de la piel de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de Caseros I ($-0,0325 \pm 0,08495$) y Campero INTA ($0,0213 \pm 0,09763$) no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica, mientras que Caseros II presentó pendiente negativa y significativa ($-0,2937 \pm 0,07825$). La presencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 3,725$; $P = 0,036$) no permitió estimar una pendiente común y comparar las alturas de las respectivas rectas. Caseros I y Campero INTA presentaron un patrón similar sin diferenciarse en forma significativa ni en la pendiente ($F = 0,173$; $P = 0,682$; $b_c = -0,0056$) ni en las alturas ($F = 1,438$; $P = 0,244$; $a_c = 8,77$) de sus rectas de regresión.

III.15. Peso relativo del músculo de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos presentaron signo positivo y difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón creciente del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 3,195$; $P = 0,070$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = 0,4806$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 2,884$; $P = 0,071$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 56,3$).

III.16. Peso relativo del hueso de la pata

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos, de signo negativo, difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón decreciente del carácter en función de la edad cronológica. La presencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 3,452$; $P = 0,039$) no permitió estimar una pendiente común ni comparar las alturas de las respectivas rectas. Dicha diferencia es atribuible al

comportamiento del grupo de referencia que presentó una pendiente mayor ($-0,7470 \pm 0,09860$) que Caseros I ($-0,4459 \pm 0,08954$) y que Caseros II ($-0,5602 \pm 0,05465$). Dado que los cruzamientos recíprocos no difirieron en el valor de sus pendientes ($F = 1,187$; $P = 0,289$) fue posible estimar una pendiente común a ambos ($b_c = -0,5031$) y comparar las alturas de sus rectas de regresión las que difirieron en forma significativa ($F = 11,17$; $P = 0,003$) presentado Caseros I menor ordenada al origen ($32,48 \pm 0,659$) que Caseros II ($34,43 \pm 0,402$).

III.17. Peso relativo de la piel del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos no difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón estable del carácter en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,056$; $P = 0,945$) permitió estimar una pendiente común ($b_c = -0,2164$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que tampoco difirieron en forma significativa ($F = 1,082$; $P = 0,351$) con un valor de la ordenada al origen común para los tres genotipos ($a_c = 11,69$).

III.18. Peso relativo del músculo del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo logístico. La hipótesis de igualdad de las trayectorias no fue rechazada ($F = 0,738$; $P = 0,623$) lo que permitió estimar una curva común a los tres grupos obteniéndose estimadores de los parámetros de la función logística con valor biológico de $71,7 \pm 0,35$ para el valor asintótico (A) y de $0,6659 \pm 0,1056$ para la tasa de maduración del carácter o velocidad de aproximación al valor asintótico (k). El coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2 aj.) presentó un valor de 0,894 y los residuales presentaron una distribución aleatoria (Test de rachas: $P = 0,311$) indicando una desviación no significativa con respecto al modelo teórico propuesto.

III.19. Peso relativo del hueso del muslo

La variable mostró un comportamiento en función de la edad compatible con un modelo lineal en los tres grupos. Los resultados de los respectivos tests de rachas permitieron conservar la hipótesis de linealidad en los tres casos ($P > 0,05$). Las pendientes de los diferentes grupos difirieron significativamente de cero poniendo en evidencia un patrón decreciente del carácter

en función de la edad cronológica. La ausencia de diferencias significativas entre las pendientes ($F = 0,261$; $P = 0,772$) permitió estimar una pendiente común ($bc = - 0,5749$) y comparar las alturas de las respectivas rectas las que mostraron diferencias estadísticamente significativas ($F = 4,690$; $P = 0,016$) con valores de la ordenada al origen de $20,5 \pm 0,75$ para Caseros I; $22,1 \pm 0,54$ para Caseros II y $21,5 \pm 0,53$ para Campero INTA.

La Figura 72 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de los principales cortes en función de la edad cronológica.

La Figura 73 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de grasa abdominal, corazón, hígado y molleja en función de la edad cronológica.

La Figura 74 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de piel, músculo y hueso en función de la edad cronológica, de la pechuga, la pata y el muslo.

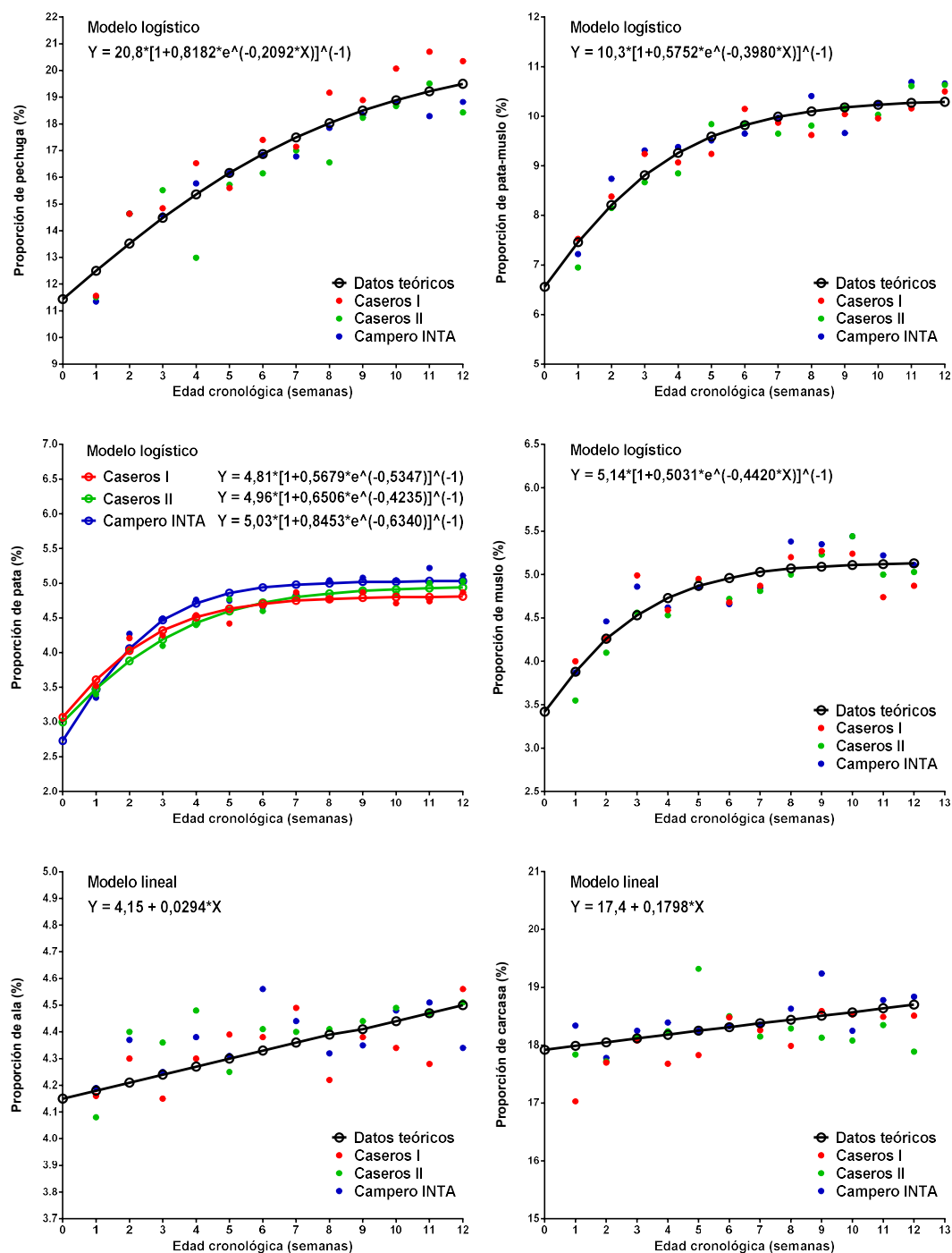


Figura N° 72 - Comportamiento dinámico de la proporción de los diferentes cortes de interés carnicero en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

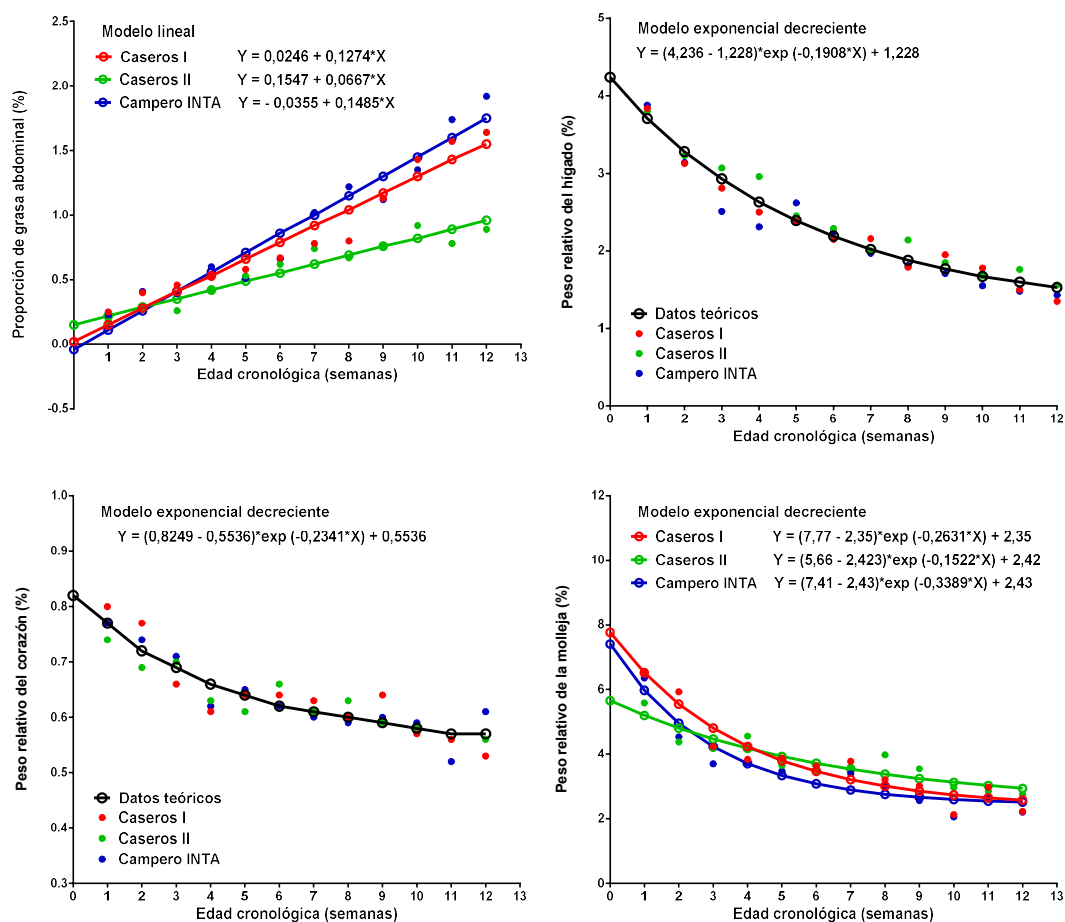


Figura N° 73 - Comportamiento dinámico de la proporción de grasa abdominal y del peso relativo del hígado, el corazón y la molleja en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

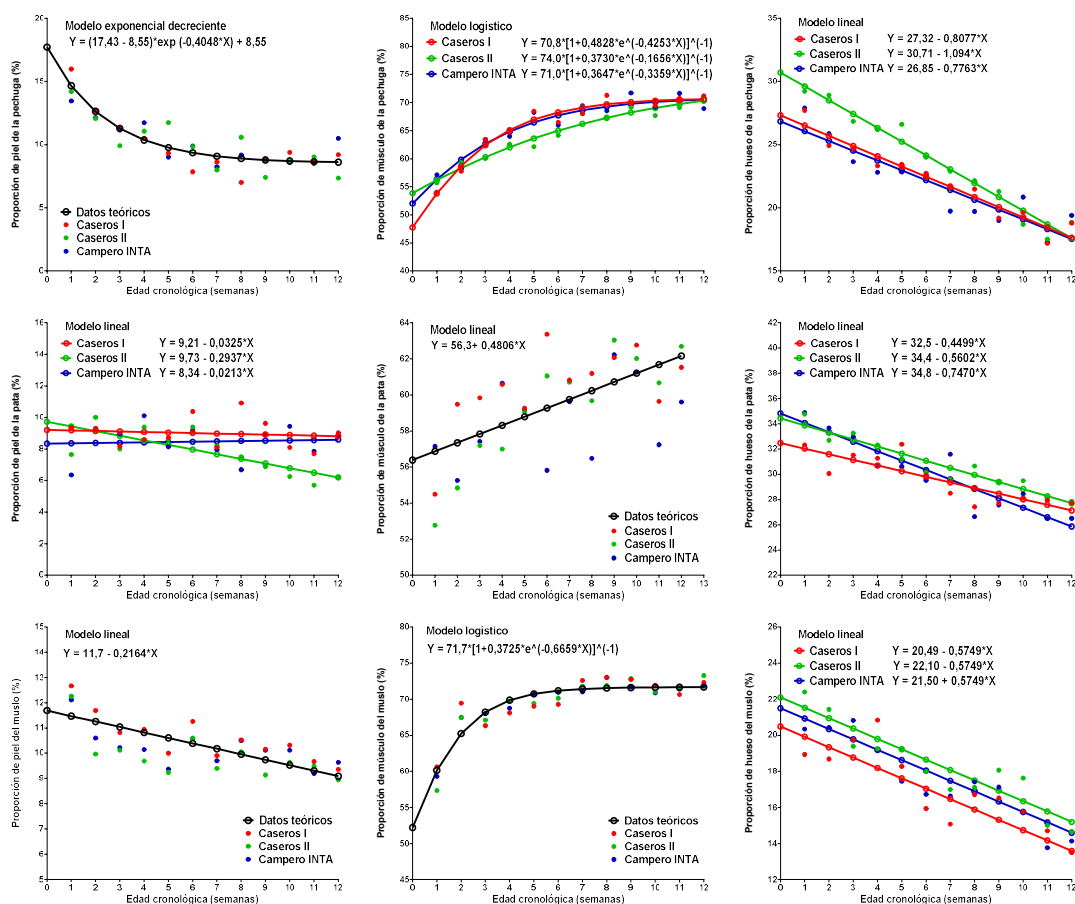


Figura N° 74 - Comportamiento dinámico de la proporción de piel, músculo y hueso de la pechuga (arriba), la pata (centro) y el muslo (abajo) en los cruzamientos recíprocos entre dos cruzamientos simples experimentales de pollo campero y en el genotipo de referencia

Resumen general

La Figura 75 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de los principales cortes en función de la edad cronológica en los seis cruzamientos experimentales.

La Figura 76 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de grasa abdominal, corazón, hígado y molleja en función de la edad cronológica en los seis cruzamientos experimentales.

La Figura 77 muestra los ajustes teóricos correspondientes al comportamiento de la proporción promedio de piel, músculo y hueso en función de la edad cronológica, de la pechuga, la pata y el muslo en los seis cruzamientos experimentales.

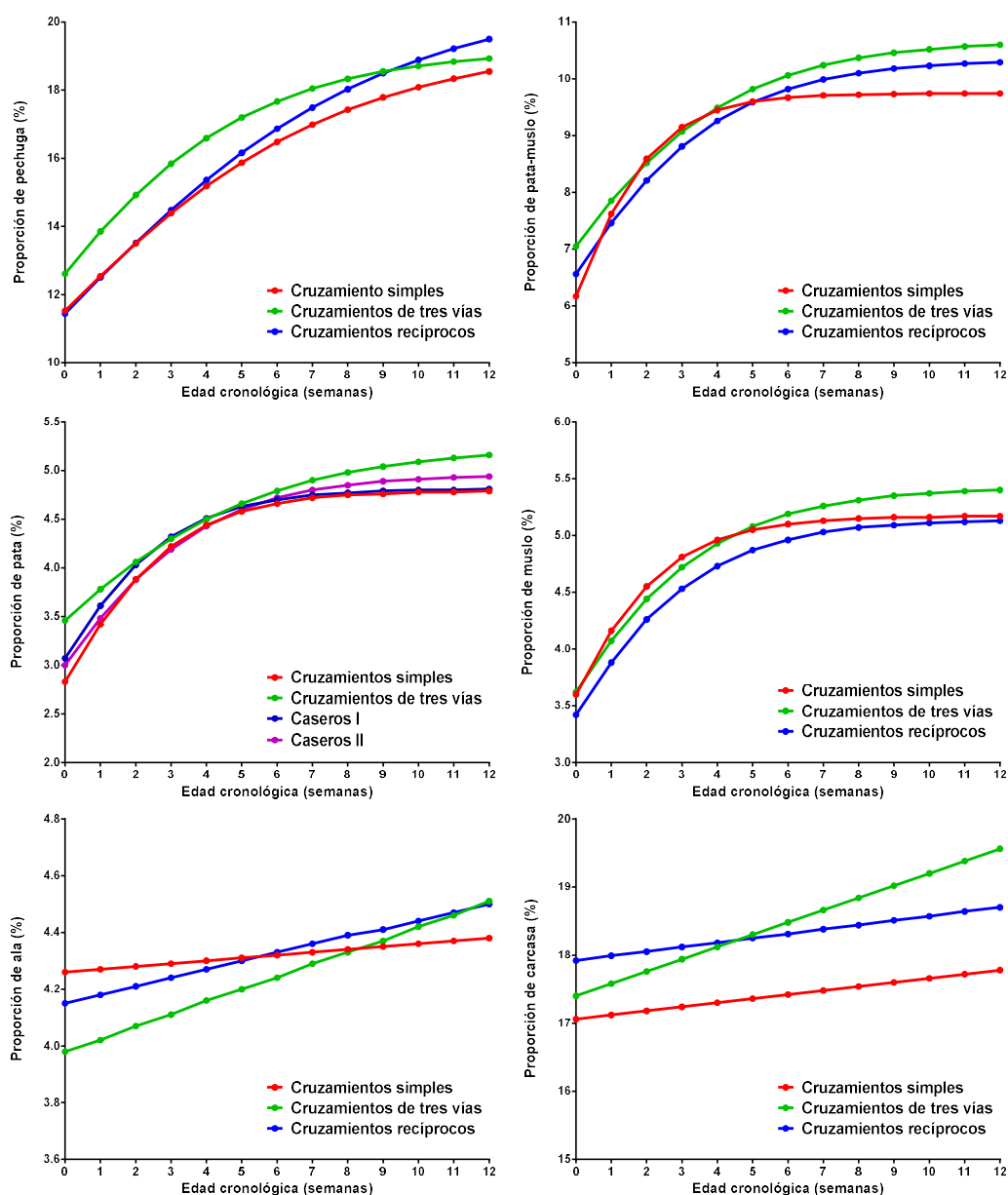


Figura N° 75 - Comportamiento dinámico de la proporción de los diferentes cortes de interés carnicero en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

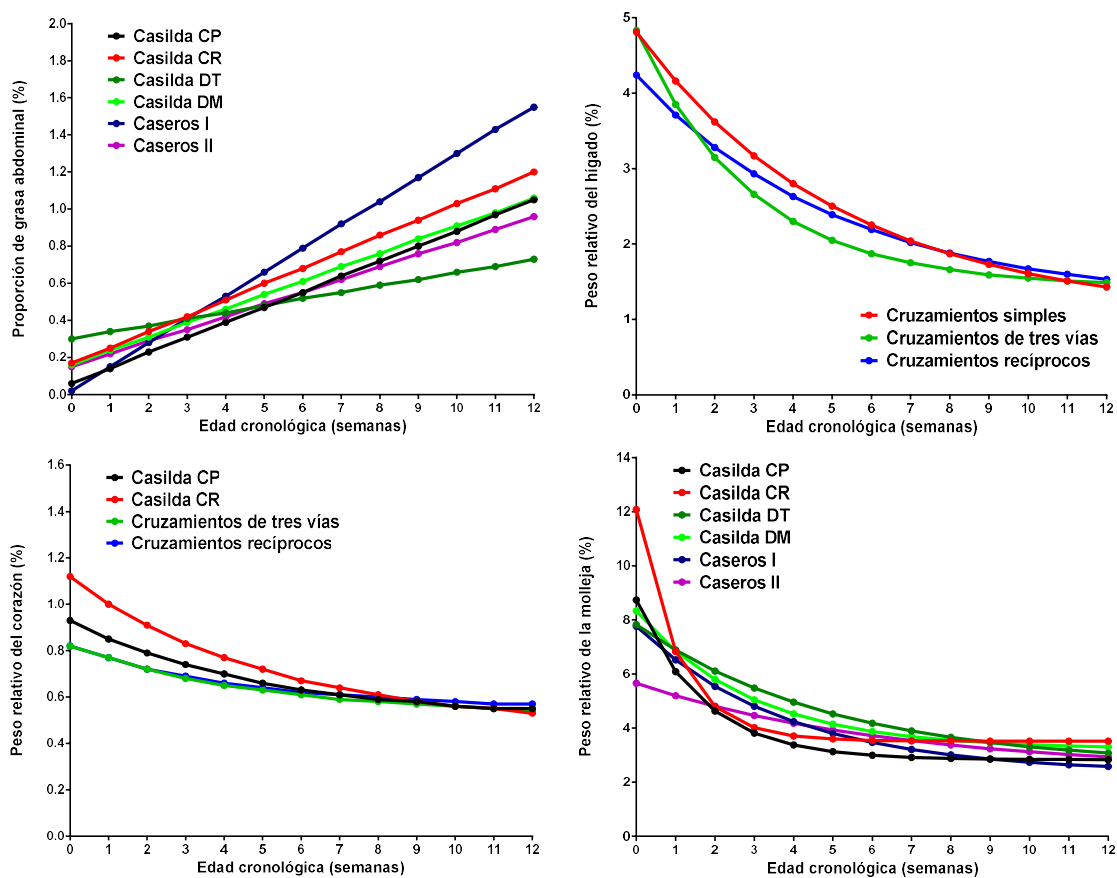


Figura N° 76 - Comportamiento dinámico de la proporción de grasa abdominal y del peso relativo del hígado, el corazón y la molleja en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

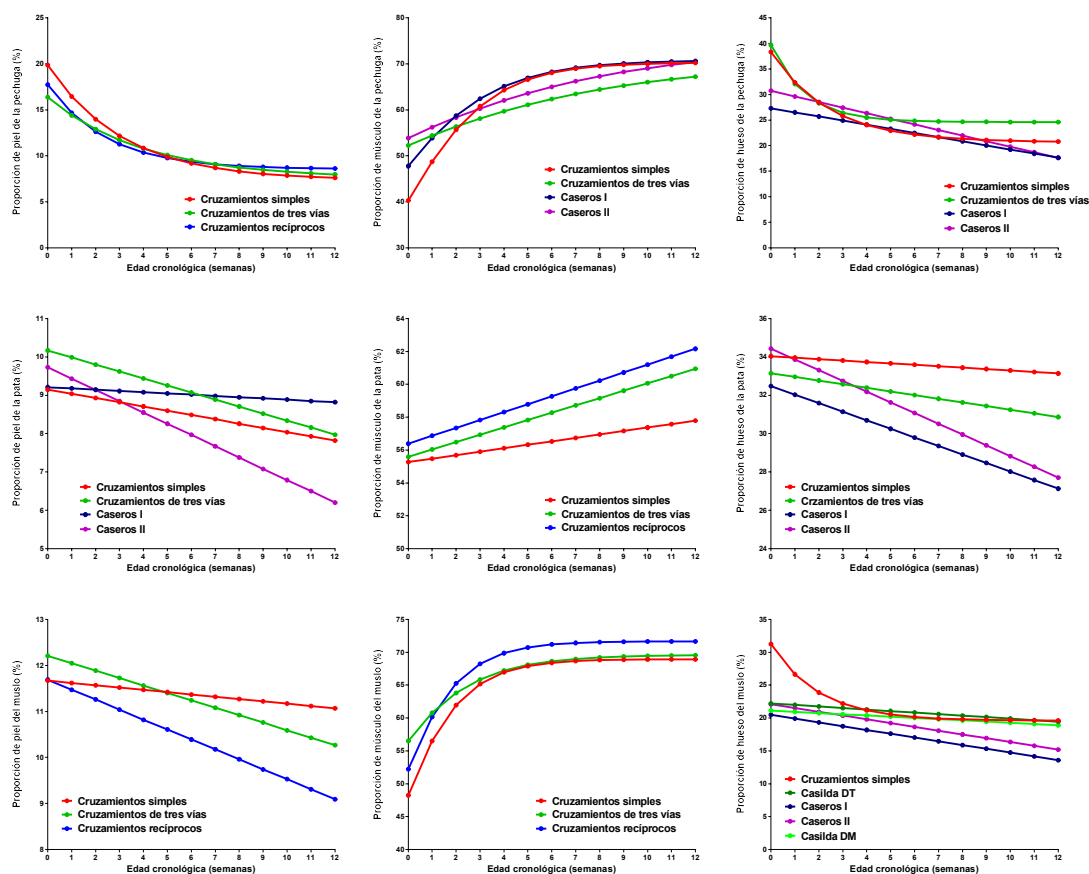


Figura N° 77 - Comportamiento dinámico de la proporción de piel, músculo y hueso de la pechuga (arriba), la pata (centro) y el muslo (abajo) en seis cruzamientos experimentales de pollo campero

En todos los casos se representaron los valores teóricos derivados de los ajustes llevados a cabo al comparar los grupos experimentales correspondientes a cada tipo de cruzamiento con Campero INTA. Para aquellas variables en las que no se observaron diferencias significativas entre el par de genotipos correspondientes a cada cruzamiento experimental (simple, de tres vías, recíprocos) se presenta una curva común al grupo en cuestión, mientras que en aquellos

casos en que se observaron diferencias entre los miembros de cada par de genotipos, los mismos se graficaron por separado. Las situaciones más extremas que ejemplifica esta segunda situación son las correspondientes al comportamiento de la proporción de grasa abdominal y del peso relativo de la molleja que presentaron, en ambos casos, patrones particulares para cada uno de los seis cruzamientos evaluados.

Al considerar el comportamiento de la pechuga, pata-muslo en conjunto, pata y muslo por separado, ala y carcasa- los dos genotipos incluidos en cada uno de los tres tipos de cruzamientos presentan patrones similares de manera tal que pudieron ser evaluados como un único grupo a excepción de la proporción de pata para la cual los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples presentaron diferencias significativas. A las 12 semanas de edad, la proporción de pechuga mostró valores prácticamente asintóticos en los cruzamientos de tres vías mientras que en los cruzamientos simples y en los cruzamientos recíprocos entre ellos la proporción de este corte aún mantiene una tendencia creciente. La pata y el muslo, por su parte, tanto considerados como un único corte como por separado, han alcanzado ya su asíntota a la edad antes mencionada, mientras que las proporciones de ala y del resto de la carcasa, siguen aumentando su valor en forma consistente con su patrón lineal creciente.

La proporción de grasa abdominal presentó en todos los casos un patrón lineal creciente con máximo valor de la pendiente en el caso de Caseros I y mínimo en el caso de Casilda DT. Dentro de cada tipo de cruzamiento, y comparados en base a las proporciones teóricas correspondientes a las 12 semanas de edad, entre los cruzamientos simples Casilda CR presenta mayor valor que Casilda CP; entre los cruzamientos de tres vías, Casilda Don Manuel presenta mayor valor que Casilda Doña Teresa y, por último, para los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, Caseros I presenta mayor contenido de grasa que Caseros II.

De los tres órganos evaluados en forma particular -hígado, corazón y molleja- los dos primeros presentaron patrones comunes para los dos integrantes de cada par de cruzamientos mientras que el último presentó patrones particulares para cada genotipo. En todos los casos los patrones observados fueron decrecientes y parecieran haber alcanzado su asíntota inferior a las 12 semanas de edad, con la posible excepción del peso relativo del hígado en los cruzamientos simples y del peso relativo del corazón en Casilda CR.

Al considerar los tres componentes –piel, músculo y hueso- de cada corte se observa que, en todos ellos, la piel representa una proporción cada vez menor del mismo alcanzando en el caso de la pechuga valores asintóticos a la máxima edad evaluada y manteniendo la tendencia

decreciente en el caso de la pata y el muslo dado el comportamiento lineal del decaimiento, a excepción de la piel de la pata en Caseros I que mantiene valores aproximadamente estables en todo el período considerado.

En lo que al músculo se refiere, componente de mayor valor comercial, el mismo pareciera haber alcanzado su máxima proporción en el caso de los cruzamientos simples y en Caseros I, a la vez que mantendría aún cierta tendencia creciente en los cruzamientos de tres vías y en Caseros II. Al considerar la modificación de este componente en la pata y el muslo, por separado, se observa una notoria estabilización en el caso del muslo, ya desde la quinta semana de vida, por lo que cualquier incremento en el aporte proporcional del corte conjunto pata-muslo sería atribuible al comportamiento lineal creciente del músculo de la pata. La proporción de hueso en cada uno de los tres cortes presentó siempre un comportamiento decreciente que se estabiliza en los cruzamientos simples y de tres vías en el caso del hueso de la pechuga y el muslo y continúa decreciendo en ambos cruzamientos recíprocos en los tres casos y en todos los genotipos en el caso del hueso de la pata.

DISCUSIÓN GENERAL

La avicultura, actividad entendida como la cría de aves para el aprovechamiento de sus productos – carne y/o huevos- ha efectuado una trascendente contribución a la calidad de vida de la población humana como fuente de proteína de alta calidad, entre otros nutrientes. Asimismo ha aportado al desarrollo económico de los países tanto si se considera la producción industrial a gran escala como si se toma en consideración la denominada avicultura de traspatio de indudable vigencia en los países en vía de desarrollo (Scanes, 2007).

La producción de pollos camperos se enmarca dentro de lo que se ha dado en denominar aviculturas alternativas como forma de distinguirlas del modelo intensivo altamente integrado de la avicultura industrial. Dentro de estas modalidades de producción diferencial se incluyen también, entre otras, los pollos Label y la avicultura orgánica o ecológica (Westgren, 1999; Fanatico y Born, 2002; Castellini, 2005). Se trata de propuestas que revalorizan las estrategias tradicionales de producción avícola, que ponen énfasis en el resguardo del bienestar, la diversificación productiva y la producción sustentable y que, en términos generales, requieren de genotipos particularmente adaptados a las exigencias de las respectivas reglamentaciones dado que las restricciones impuestas a la edad mínima de faena obligan a disponer de aves con menor velocidad de crecimiento que el denominado “broiler” o “parrillero”. Esta restricción no supone un hecho menor en tanto colisiona con el principal criterio de selección utilizado por la industria para posicionar al broiler en el mercado a un precio que lo hace accesible a amplios sectores de la población. Efectivamente, desde que la avicultura comercial dejó de ser una actividad doble propósito, se definieron objetivos diferenciales para producción de huevos y producción de carne y el principal criterio de selección en esta última ha sido la velocidad de crecimiento con la consiguiente reducción de la edad de faena (Marks, 1979; Chambers *et al.*, 1981; Havenstein *et al.*, 1994a; Reddy, 1996; Zheng, 2009; Druyan, 2010; Buzala, 2015).

Desde que en el año 1965, al menos en parte como reacción frente a las críticas a la avicultura industrial, Francia desarrolla exitosamente el pollo Label Rouge, diversos países han avanzado en este sentido buscando generar un producto diferencial que sea capaz de satisfacer las cinco demandas planteadas por los consumidores contemporáneos que llevaron al desarrollo del mismo, a saber: una producción de tipo tradicional que permita a las aves el acceso a espacios abiertos en los cuales puedan expresar el comportamiento propio de la especie, una calidad superior objetivamente demostrable de su carne no por su calidad nutritiva sino por su calidad organoléptica vinculada más a su mayor edad que al régimen de crianza en semi-libertad, la trazabilidad del producto, la existencia de instancias de control independientes y un

precio accesible (Sauveur, 1997). Otros ejemplos en este sentido lo conforman el pollo Campero del Instituto de Investigaciones Avícolas de Cuba (Godínez *et al.*, 2006) y el pollo de calificación Q de Catalunya (García Martín, 2011), entre otros. Parte de las aves de carne desarrolladas con este objetivo provienen de cruzamientos entre abuelos de híbridos comerciales y genotipos locales adaptados (Yang y Jiang, 2005).

El pollo campero desarrollado por INTA en la hoy Estación Experimental “Ingeniero Agrónomo Walter Kugler” de la localidad de Pergamino, en la provincia de Buenos Aires, bajo el impulso visionario del Ingeniero Manuel Bonino (Bonino y Canet, 1999; Canet y Terzaghi, 2003), si bien se encuentra en condiciones de cumplir con estos requisitos también persigue otra finalidad. Su producción semi-intensiva, con cría en galpón y recría y terminación con acceso a parque, con densidades acotadas, cumple con el requisito de respeto al bienestar de las aves mientras que, algunas de las restantes condiciones antes mencionadas -trazabilidad, controles independientes de los estándares requeridos, calidad del producto final a comercializar- son factibles de implementar y evaluar. Con respecto al requisito de precio accesible, se trata de un pollo que, al igual que ocurre en otras partes del mundo, debe comercializarse a un precio diferencial en tanto las restricciones impuestas por pautas específicas de su protocolo de producción (Bonino, 1997) tales como menor velocidad de crecimiento y, por ende, mayor edad de faena, determinan mayores costos particularmente asociados a su mayor relación de conversión que en ocasiones más que duplica a la de los híbridos comerciales (Hubert, 1983; Golyomitis *et al.*, 2003; Dottavio *et al.*, 2008; Dottavio *et al.*, 2013b; Dottavio *et al.*, 2014).

Sin embargo, aun cuando este tipo particular de aves se encuentra disponible para ser utilizado por pequeños productores interesados en diversificar su producción y en abastecer con un producto diferencial a sectores de la población –principalmente urbana- con una visión ecológica más desarrollada, preocupados por la modalidad de crianza de los animales que consumen y en condiciones de afrontar su mayor precio, en la actualidad se lo destina principalmente a un consumidor de perfil muy diferente. El núcleo genético que INTA posee en Pergamino provee a multiplicadores localizados en diferentes puntos del país los reproductores requeridos para generar pollitos camperos que son distribuidos a través del Programa Prohuerta a familias con necesidades básicas insatisfechas, para autoconsumo y venta de excedentes en ferias locales.

El pollo Campero INTA tradicional es un cruzamiento simple entre dos poblaciones sintéticas propias especialmente generadas por el Ing. Agr. Manuel Bonino con dicha finalidad. Sin embargo, además de producir pollitos camperos, INTA Pergamino produce también las ponedoras autosexantes Negra INTA y Rubia INTA, ambas con padre Rhode Island Red y con madre Plymouth Rock Barrada la primera y Rhode Island Blanca la segunda. A tal fin, el núcleo genético cuenta con estirpes propias de estas tres razas asimiladas. De ellas, la población Rhode Island Red sólo aporta los gallos para llevar a cabo los cruzamientos mencionados mientras que las hembras no tienen otro uso más que el de mantener la estirpe. Surge así la idea de ensayar la factibilidad de producir un pollo campero alternativo al derivado del cruzamiento entre poblaciones sintéticas, utilizando para tal fin las estirpes de reproductores destinadas a la producción de ponedoras semipesadas. A similitud del esquema de producción del pollo de carne industrial, este pollo se pensó inicialmente como producto de un cruzamiento de tres vías cuya madre proviniera de un cruzamiento simple de manera tal de aprovechar la base genética no aditiva generalmente asociada a los caracteres reproductivos. A su vez, se decidió incorporar genes de la raza pesada Cornish Blanco para aportar velocidad de crecimiento y conformación carnicera. La opción inicialmente considerada fue la de generar una gallina producto del cruzamiento de las razas Rhode Island Red y Plymouth Rock Barrada para, posteriormente, cruzarlas por gallos Cornish Blanco y obtener el producto final de tres vías. Sin embargo, se especuló que los machos derivados del cruzamiento inicial -hermanos de las hembras a usar como madres de la nueva versión de pollo campero- no tendrían mayor utilidad como pollos para carne dado que su velocidad de crecimiento – propia de un cruzamiento entre estirpes de razas semi-pesadas- no le permitiría alcanzar un peso razonable de faena dentro de los límites de edad de 75-90 días establecidos por el protocolo vigente. Por tal razón se decidió modificar el esquema inicial y cruzar gallinas Rhode Island Red y gallinas Plymouth Rock Barrada por gallos Cornish Blanco. Los machos derivados de dichos cruzamientos podrían destinarse a la producción de carne y las hembras utilizarse como reproductoras para generar el híbrido de tres vías cruzándolas por gallos de la raza semipesada –Rhode Island Red o Plymouth Rock Barrada- que no formaba parte de su configuración genética. Se dispondría así, como versiones alternativas de pollos camperos, de dos cruzamientos simples con 50% de genes Cornish y 50% de genes Rhode Island Red (Casilda CR) o 50% de genes Plymouth Rock Barrado (Casilda CP). Bajo un esquema de este tipo el núcleo ofrecería a los multiplicadores las reproductoras híbridas CP y CR junto con gallos Rhode Island Red y Plymouth Rock Barrados para utilizar

como padres del producto final de tres vías: Casilda Doña Teresa (RIR x CP) y Casilda Don Manuel (PRB x CR). La configuración genética de estos dos híbridos de tres vías sería de 25% de genes Cornish Blanco en ambos casos más 25 % de genes Plymouth Rock Barrado y 50% de genes Rhode Island Red en el caso de Casilda Doña Teresa o 25% de genes Rhode Island Red y 50% de genes Plymouth Rock Barrados en el caso de Casilda Don Manuel. Por último, se decidió ensayar el comportamiento de los cruzamientos recíprocos entre los dos híbridos simples dado que la finalidad de las hembras de cada uno de ellos era servir como reproductoras y al cruzarlas por machos del otro grupo se generaba un producto final con mayor proporción (50% en vez de 25%) de genes Cornish Blanco.

La evaluación integral de todos estos cruzamientos alternativos, en términos de su potencialidad carnífera, se llevó a cabo en base a un protocolo común desarrollado a tal efecto, que incluyó aspectos del crecimiento dimensional, la eficiencia alimenticia o relación de conversión, la conformación corporal y los caracteres productivos a la faena. En todos los casos los cruzamientos alternativos de cada uno de los tres tipos mencionados -simples, de tres vías y recíprocos entre los cruzamientos simples- se compararon entre sí y respecto de la versión tradicional de Campero INTA como grupo genético de referencia.

Tomando en consideración que la elevada tasa de crecimiento obtenida por selección directa y el elevado peso corporal resultante de la misma, sumados a una insuficiente estructura esquelética han sido vinculados con patologías músculo-esqueléticas y cardiovasculares (Julian, 1993; Lilburn, 1994; Sullivan, 1994; Julian, 1998; Zhou *et al.*, 2007c) la caracterización del crecimiento dimensional incluyó tres enfoques complementarios: (a) el análisis del patrón dinámico de modificación del peso corporal como estimador de la biomasa producida y (b) el comportamiento dinámico de la longitud de la caña como estimador de la base ósea de sustentación de los tejidos blandos, ambos en función de la edad cronológica y, por último, (c) el comportamiento dinámico de la modificación del peso corporal en función de la modificación de la longitud de la caña como estimador del grado de armonía en el desarrollo conjunto de biomasa y estructura de sostén.

En relación al patrón dinámico de los datos peso corporal-edad cronológica la función de Gompertz mostró ser una herramienta eficaz para su ajuste, en coincidencia con lo informado por otros autores (Grossman y Bohren, 1982; Rogers *et al.*, 1987; Yakupoglu y Atil, 2001a,b; Darmani Kuhl *et al.*, 2010; Dottavio *et al.*, 2007; Narinc *et al.*, 2010; Eleroglu *et al.*, 2014) en poblaciones de pollos con diferente velocidad de crecimiento y criados bajo diferentes

condiciones. Independientemente de las diferencias observadas en el comportamiento de la población de referencia, en los tres casos –cruzamientos simples, de tres vías y recíprocos- y restringiendo la comparación al período de control efectivo (0-12 semanas), los cruzamientos experimentales presentaron menor peso corporal que Campero INTA. El mismo comportamiento se constata para el caso de las aves provenientes de los cruzamientos simples y de tres vías al considerar las trayectorias teóricas hasta la madurez. En el caso de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, la combinación particular de los valores de los estimadores de los dos parámetros –tamaño asintótico y tasa de maduración- que definen la forma de la curva de crecimiento, determinó que Campero INTA presentara menor peso corporal promedio que los cruzamientos experimentales a partir de las 20 semanas de edad.

Si bien es de esperar una asociación negativa entre el tamaño asintótico y la tasa de maduración para peso corporal, la misma no se hizo evidente, al menos a nivel fenotípico, en el caso de los cruzamientos de tres vías, resultado observado en otras poblaciones de aves de crecimiento lento. Dottavio *et al.* (2006) estudiaron el patrón de aumento de peso de seis cruzamientos experimentales de pollo campero propuestos como alternativas con respecto a la versión tradicional de Campero INTA y observaron diferentes respuestas en términos del comportamiento de los parámetros de la función sigmoidea de Gompertz, lo que corroboraría 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 posteriores llevados a cabo en poblaciones sintéticas maternas de pollo campero (Canet *et al.*, 2011) como así también con trabajos previos realizados con gallinas ponedoras (Dottavio *et al.*, 2003).

El pliego de condiciones para la certificación de pollo campero (Bonino, 1997) establece que la faena debe llevarse a cabo entre los 75 y los 90 días de edad, mientras que la edad mínima de faena en el caso del pollo Label Rouge y en los productos de la avicultura orgánica es de 81 días (Fanatico y Born, 2002; Castellini, 2005; Fanatico *et al.*, 2005). A ese respecto puede mencionarse que si se considera un peso objetivo de 2500 g, y haciendo referencia al comportamiento observado para el aumento de biomasa en función de la edad en relación al genotipo de referencia, en términos generales, las poblaciones experimentales propuestas, producto de cruzamientos entre estirpes de razas definidas, no alcanzaron el peso objetivo de faena a la menor edad permitida por el protocolo de producción (75 días) y en consecuencia requirieron ser faenados a mayor edad.

Los cruzamientos simples, con menor tamaño asintótico y mayor tasa de maduración, requirieron nueve días más (84 vs 75 días) para alcanzar el peso de faena de 2500 g, creciendo con similar velocidad hacia el mismo peso corporal final. Los cruzamientos de tres vías mostraron menor tamaño asintótico y menor tasa de maduración, asociación positiva no esperada entre dichos parámetros, y se faenaron en el límite superior exigido por el protocolo (90 días). Por último, los cruzamientos recíprocos -Caseros I y Caseros II- con mayor peso asintótico y menor tasa de madurez que Campero INTA, alcanzaron el peso objetivo de faena a edades que muestran un ordenamiento inverso al observado en sus tamaños asintóticos (Campero INTA: 70 días < Caseros I: 77 días < Caseros II: 84 días).

Si bien en el marco de esta evaluación se estableció como criterio llevar a cabo la faena de las aves cuando el grupo en estudio alcanzara, en promedio, los 2.500 g, existen razones tales como el sistema de crianza utilizado, las características de la demanda del mercado consumidor, la posibilidad de trabajar con ciclos de producción más prolongados y la calidad del producto obtenido, que permitirían justificar llegar con pesos de faena más elevados al óptimo sugerido (Terraes *et al.*, 2007), siempre y cuando no se exceda la edad máxima establecida por el protocolo. Esta estrategia sería factible de implementar con la versión tradicional de Campero INTA que, en todos los casos, alcanzó el peso objetivo de faena a una edad inferior al mínimo de 75 días. En el caso de los cruzamientos experimentales evaluados, sólo Caseros I y Caseros II, y particularmente el primero de ellos, podrían faenarse a mayor peso objetivo; Casilda DM se encuentra en el límite del intervalo de edades y los tres genotipos restantes presentan una velocidad de crecimiento que, en promedio, los lleva a superar la máxima edad permitida si se pretende faenarlos a los 2.500 g por lo que deben ser sacrificados con menor peso corporal.

Además de la cuestión referida a la relación entre estas tres variables productivas -tasa de crecimiento, edad de faena y peso objetivo de faena- la asociación entre los dos parámetros que definen la forma de la curva de crecimiento -peso asintótico y tasa de maduración para peso corporal- tiene otras implicancias vinculadas con la eficiencia global del sistema. El mayor peso asintótico teórico correspondió a las dos poblaciones derivadas de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR y el menor peso asintótico correspondió a los cruzamientos simples, mientras que la tasa de maduración para peso corporal mostró el comportamiento inverso correspondiendo, en consecuencia, la menor tasa de maduración a Caseros I y Caseros II y la mayor a los cruzamientos simples. El patrón mostrado por los cruzamientos recíprocos

con mayor tamaño asintótico –particularmente Caseros II- resultaría ventajoso en tanto las aves son faenadas con menor madurez para peso corporal (CP y CR: 91%; DT y DM: 64 %; Caseros I y II: 54%) y estos animales inmaduros tienen una mayor tasa de crecimiento y son más eficientes. Se sabe que el aumento del peso adulto está habitualmente acompañado por una disminución concomitante de la tasa de maduración para el carácter (Mignon-Grasteau *et al.*, 1999; Maruyama *et al.*, 2001) correlación genética negativa que en el caso de la producción de carne se considera indeseable en tanto, si bien permite disponer de una progenie eficiente, el alto peso de mantenimiento del stock reproductor representa un costo elevado en términos de alimentación (Fitzhugh, 1976). En este caso, sin embargo, los cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples no presentan tal restricción en tanto la progenie más inmadura a la edad de faena (Caseros I y Caseros II) resulta del cruzamiento de dos progenitores de bajo tamaño asintótico (Casilda CR y Casilda CP), una asociación no sólo favorable sino difícil de lograr a nivel productivo. Si bien este planteo es de significativa trascendencia en el caso de especies con largos intervalos generacionales como ocurre, por ejemplo, con el ganado bovino, en las cuales el consumo de energía metabolizable se distribuye de manera prácticamente igualitaria entre la generación de los progenitores y la generación de la progenie, merece también consideración en especies altamente prolíficas como las aves para carne en las que la mayor parte del alimento –aproximadamente el 95% del total- es consumido por la generación de la progenie versus un 5% que corresponde a la generación de los progenitores que, además de ser menos numerosa, se mantiene bajo régimen de alimentación restringida (Decuypere *et al.*, 2003).

El segundo enfoque planteado para la caracterización del crecimiento dimensional, se vincula con el patrón dinámico de modificación de la longitud de la caña. La caracterización del crecimiento utilizando una medida lineal tal como la longitud del tarso-metatarso como estimador de desarrollo esquelético (Lerner, 1937; Jaap, 1937; Raggi *et al.*, 2009) brinda información adicional en tanto se trata de un indicador menos influenciado que el peso corporal por las variables medioambientales. En este sentido, la evaluación del comportamiento dinámico de la longitud de caña en función de la edad cronológica, permitió observar aves con menor (Casilda CP, Casilda CR y Caseros I) o similar (Casilda DT, Casilda DM y Caseros II) desarrollo esquelético que Campero INTA y menor (Casilda DT, Casilda DM y Caseros II), similar (Caseros I) o mayor (Casilda CP y Casilda CR) tasa de maduración para alcanzarlo. Las relaciones observadas, cruzamientos simples con menor longitud final de la caña que Campero

INTA y mayor tasa de maduración que este último; cruzamientos de tres vías con similar asíntota de caña pero menor velocidad para alcanzar la asíntota que Campero INTA y cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples con similar asíntota que Campero INTA y menor tasa de maduración (Caseros II), o menor longitud asíntótica de caña y similar velocidad para alcanzar dicho valor (Caseros I) que el genotipo de referencia, ponen en evidencia, una vez más, cierto grado de independencia en el comportamiento fenotípico de los dos parámetros asociados con la forma de la curva longitud-edad. Independientemente de las diferencias mostradas en cada oportunidad, Campero INTA presentó, en todas las comparaciones, mayor longitud de la caña que las aves provenientes de los cruzamientos experimentales durante el período de control indicando un mejor desarrollo relativo del esqueleto que los otros dos grupos contemporáneos, hecho que podría ser, en principio, vinculado con la presencia de genes de origen Cornish Blanco en estos últimos.

Por último, el tercero de los criterios de evaluación planteados, vincula ambos patrones dinámicos. La potencial importancia de este nuevo indicador radica en la trascendencia que la base ósea de sustentación tiene en las aves destinadas a la producción de carne dados los desequilibrios derivados de la combinación entre un crecimiento excesivo de la biomasa con un deficiente desarrollo esquelético, aspecto reconocido hace ya largo tiempo (Cock, 1963). De acuerdo a Ibe y Nwakalor (1987) el desarrollo armónico entre las principales masas musculares de los pollos para carne y el desarrollo de las patas como componentes estructurales es un requisito para la producción de este tipo de aves. La evaluación de la modificación de la biomasa sustentada en función de la base de sustentación ósea puso también en evidencia diferentes combinaciones de los estimadores de parámetros que describen las trayectorias de las curvas. Los cruzamientos simples no mostraron diferencias para ninguno de los parámetros ni entre ellos ni respecto del genotipo de referencia; los cruzamientos de tres vías presentaron menor peso corporal promedio en la asíntota de desarrollo esquelético, pero no se diferenciaron de Campero INTA ni entre ellos, en la velocidad para alcanzarlo, y los cruzamientos recíprocos, mostraron aves con mayor valor asíntótico de peso corporal en función de la longitud asíntótica de caña y menor velocidad para alcanzar esa asíntota (Caseros I) y aves con similar valor promedio de ambos parámetros (Caseros II y Campero INTA). Restringiendo las comparaciones al período en estudio, en el caso de Casilda CP y Casilda CR las trayectorias fueron coincidentes a lo largo de prácticamente la totalidad del mismo, con una muy leve diferencia final, con mayores valores en Campero INTA, diferencia que se magnifica en el caso

de los cruzamientos de tres vías por lo que puede especularse que los cruzamientos experimentales al sustentar similar o menor biomasa por unidad de esqueleto que Campero INTA presentarían un desarrollo igualmente armónico o incluso algo mejor. En el caso de los cruzamientos recíprocos Caseros I presentó la mayor biomasa por unidad de longitud del tarso metatarso, Caseros II la menor y Campero INTA valores intermedios. De todos modos, cabe mencionar en este punto que en estos genotipos de menor velocidad de crecimiento no se han descrito alteraciones vinculadas con la modificación de la relación alométrica entre desarrollo muscular y desarrollo óseo. Se trata de aves que deambulan sin inconvenientes, es decir, sin las alteraciones en la marcha comúnmente descritas en el parrillero industrial que han llevado al desarrollo de técnicas específicas para evaluar las mismas como un indicador de bienestar (Kestin *et al.*, 1992; Weeks *et al.*, 2002). La evidencia experimental proveniente del estudio de un amplio rango de genotipos de aves de carne alimentados con dietas sin restricción o con dietas propias de la crianza Label (Kestin *et al.*, 2001) indica que la tasa de crecimiento es un importante factor determinante de las alteraciones en las patas y que las aves de menor edad (54 días) son más sensibles a diferencias en el peso corporal que aquellas de mayor edad (84 días). De acuerdo con Caplen *et al.* (2012) es probable que la selección natural haya hecho del antecesor silvestre del pollo doméstico un deambulador altamente eficiente. Sus descendientes actuales -los pollos parrilleros - por el contrario, presentan un desbalance en su conformación corporal debido a la intensa presión de selección ejercida favoreciendo el desarrollo de la pechuga que ha llevado a una evidente hipertrofia pectoral y a un aumento de la masa corporal total. Sumadas a la elevada tasa de crecimiento, estas modificaciones promueven adaptaciones compensatorias en la marcha de forma tal de minimizar el gasto de energía y disparan una alta prevalencia de cojeras lo que a su vez genera más disturbios en la marcha transformándose en un problema real en términos de bienestar animal.

Librera *et al.* (2003) y Dottavio *et al.* (2004) llevaron a cabo estudios sobre la relación entre el peso corporal y la longitud de la caña en cruzamientos experimentales destinados a la producción de pollos camperos. La evaluación del efecto del genotipo sobre las relaciones entre base ósea de sustentación y peso corporal en cuatro de estos cruzamientos, llevada a cabo en diferentes edades y en los dos sexos, permitió concluir que pese a la correlación positiva esperada entre las dimensiones del esqueleto y el peso corporal, estas variables complejas mostraron cierto grado de independencia genética, observándose poblaciones con pesos

similares y diferente conformación a una edad y la misma en otra, o con diferente conformación en ambas edades.

Considerando en forma conjunta el comportamiento de los tres estimadores de tamaño asintótico y de los tres estimadores de tasa de maduración se observa, para los primeros (ASIPES: peso corporal asintótico en función de la edad cronológica, ASICAN: longitud asintótica del tarso-metatarso en función de la edad cronológica y ASICOM: peso corporal asintótico en función de la longitud del tarso-metatarso) y tomando como ventajoso un menor valor de la asíntota combinada en tanto indicaría menor biomasa sustentada por unidad de esqueleto, los cruzamientos simples y de tres vías se presentarían como los más armónicos. Cabe destacar que el adjetivo “ventajoso” utilizado en este contexto implica una ventaja relativa y no absoluta. No es que deba buscarse *per se* un tipo de ave con poca biomasa por unidad de sostén óseo porque la misma no satisfaría las restantes condiciones exigibles para la producción de carne sino que, dado un conjunto de aves aptas para la producción de carne, la relación biomasa a sustentar-base de sustentación debe indicar un desarrollo armónico que no comprometa el bienestar animal. En principio, los seis grupos experimentales evaluados cumplen con esa condición y la comparación adquiere, entonces, un significado relativo a los posicionamientos de unos respecto de los otros. El menor valor de la asíntota combinada de los cruzamientos simples y de tres vías sindicados previamente como más ventajosos se logra a expensas de una menor asíntota de peso, con valores similares entre ambos grupos y una mayor longitud asintótica de la caña en el caso de los cruzamientos de tres vías. En el caso de los cruzamientos recíprocos, el elevado valor de la asíntota combinada resulta de su mayor peso corporal asintótico con longitud de la caña en la madurez similar a la de las dos poblaciones que le dan origen (Casilda CP y Casilda CR). Caseros II presentaría un comportamiento algo más ventajoso en tanto presenta una asíntota para peso corporal mayor que Caseros I y una asíntota combinada menor.

Un aspecto de trascendencia, en avicultura, directamente vinculado al crecimiento dimensional es la uniformidad de los lotes. El manejo global de las aves criadas en forma intensiva busca maximizar la ganancia de peso con la mínima dispersión (van de Ven, 2008) para lo cual cada ave a nivel individual debe expresar el patrón de crecimiento promedio propio de la población a la cual pertenece. Un lote desuniforme indica la existencia de desajustes ya sea en el control de las variables ambientales como en el manejo sanitario y/o nutricional durante el ciclo de crianza. En el caso de la producción semi-intensiva, los genotipos utilizados

de menor tasa de crecimiento exhiben mayor variancia en sus pesos individuales debido tanto a su genética como al menor control de las variables ambientales que afectan su crecimiento durante el ciclo de crianza. Si bien se trata de una característica habitualmente observada en las aves camperas, la uniformidad de los lotes mantiene su importancia como indicador de potenciales desajustes. De los múltiples indicadores utilizados para tornar operativa la variable uniformidad (Castelló Llobet *et al.*, 1989; Toudic, 2009; Hudson *et al.*, 2001), la denominada uniformidad interna, cuantificada a partir del cálculo del coeficiente de variación para el carácter de interés, resulta de interés cuando la evaluación de esta variable se lleva a cabo en condiciones experimentales en grupos de reducido tamaño. En términos generales, todos los grupos evaluados presentan buena uniformidad al nacimiento. Puede argumentarse que la misma podría incluso mejorarse en algunos casos mediante una clasificación más estricta del tamaño de los huevos incubables o de la ventana de nacimiento dada la trascendencia de ambos sobre el peso del pollito al nacimiento. Durante la primera semana la uniformidad de los lotes disminuye manteniéndose, en todos los casos, dentro de límites aceptables. Los patrones de variación del coeficiente de variación para peso corporal presentaron, a partir de ese momento, particularidades destacándose los casos de Casilda CP hasta las seis semanas de edad y de Caseros I y II durante todo el ciclo. Además de la uniformidad al nacimiento -importante en relación con la falta de madurez de los sistemas de termorregulación del pollito- los otros dos puntos que pueden considerarse críticos a este respecto son los 35 días de edad y la faena. Con respecto al primero de ellos, coincidente con la transición del ambiente controlado de la cría en confinamiento a la recría y terminación con acceso a espacios abiertos y pleno impacto de las variables ambientales, Casilda CR mostró mayor uniformidad que Casilda CP, los cruzamientos de tres vías presentaron comportamientos coincidentes, con valores cercanos al 12%, y los cruzamientos recíprocos mayor desuniformidad, hecho posiblemente asociado a su mayor tasa de crecimiento si bien no pueden descartarse otras variables no identificadas dado el comportamiento similar del grupo de referencia. El tercer momento –la faena- puso en evidencia, nuevamente, la menor uniformidad de los cruzamientos recíprocos. Cabe destacar al respecto que la uniformidad a la edad de faena es un requisito de importancia en el caso de la avicultura industrial dada la naturaleza mecanizada de esta etapa pero no tanto en las poblaciones de aves utilizadas en la avicultura alternativa en tanto la faena suele hacerse en función de la venta y, por ende, dentro del intervalo de edades permitido, pueden faenarse primero las aves de mayor tamaño y, posteriormente, las de menor tamaño.

El comportamiento de esta variable productiva en otros cruzamientos experimentales destinados a la producción de pollos camperos mostró perfiles similares. A este respecto, Fernández *et al.* (2010) identificaron diferentes comportamientos en el patrón dinámico de tres indicadores de uniformidad para peso corporal - coeficiente de uniformidad del 10% (Castelló Llobet *et al.*, 1989), coeficiente de uniformidad del 15% (Hudson *et al.*, 2001) y coeficiente de variación para peso corporal (Toudic, 2009), en cinco cruzamientos experimentales de pollo campero y la población de referencia (Campero INTA) durante la cría en confinamiento (0-35 días de edad). Sciutto *et al.* (2011) calcularon el coeficiente de uniformidad del 10% a los 35 días de edad en los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollos camperos e informaron valores menores al 80% considerado como adecuado para lotes de pollo parrilleros comerciales. El estudio del mismo indicador (Sciutto *et al.*, 2012) en otros dos momentos de trascendencia productiva (nacimiento y faena) en los mismos cruzamientos experimentales, aun cuando los mismos presentaron buenos valores de uniformidad, permitió concluir acerca de la conveniencia de utilizar como indicador el coeficiente del 15% dada la mayor variabilidad en peso corporal habitual en este tipo de poblaciones. Serrano *et al.* (2013) describieron la modificación de la uniformidad interna de machos de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y del genotipo de referencia Campero INTA. Los autores concluyeron que, si bien con fluctuaciones a lo largo del ciclo de crianza, dadas las particularidades antes mencionadas de las aves camperas -menor velocidad de crecimiento y menor control ambiental- los grupos estudiados presentaron una buena uniformidad, con valores del coeficiente de variación para peso corporal entre 8 y 12%, particularmente en los momentos críticos del ciclo de crianza.

Si bien los fenómenos biológicos complejos, como es el caso del crecimiento, han sido abordados habitualmente en forma ya sea univariada o bivariada, una estrategia analítica capaz de brindar información adicional es aquella que utiliza técnicas multivariadas en tanto las mismas representan más cabalmente la naturaleza de los procesos subyacentes a dicha complejidad. Estas técnicas incluyen, entre otras, el análisis de componentes principales y el análisis discriminante canónico (Carrasco y Hernán, 1993) los que han sido profusamente aplicados en avicultura (Liu *et al.*, 2004; Pinto *et al.*, 2006; Rosario *et al.*, 2008; Al-Atiyat, 2009; Yakubu *et al.*, 2009; Odeh y Ogbu, 2011 b; Ogah *et al.*, 2011; Yakubu, 2011).

El análisis de componentes principales es una técnica que permite clasificar la variación fenotípica observada en un conjunto de datos correlacionados en sistemas independientes de

nuevas variables denominadas componentes principales o factores que resultan de la combinación lineal de las variables originales. Su objetivo es reducir la dimensionalidad del conjunto original de variables mediante su transformación en un número menor de indicadores, perdiendo la menor cantidad de información posible (Almenara *et al.*, 1998; Di Masso *et al.*, 2010), lo que permite agrupar a los individuos en diferentes clases o grupos homogéneos. Un aspecto crucial en la aplicación de la técnica reside en la interpretación de los factores resultantes en tanto la misma no viene dada de antemano sino que surge del análisis del valor absoluto y del signo de las asociaciones con las variables originales. Su aplicación al conjunto de datos resultante de considerar simultáneamente los valores de los estimadores de los seis parámetros correspondientes a los ajustes de los datos peso corporal-edad, longitud de la caña-edad y peso corporal-longitud de la caña permitió identificar dos nuevas variables derivadas o componentes que, en conjunto, explicaron el 81,1% de la variancia total observada. La interpretación de las correlaciones antes mencionadas permitió asociar la primera de ellas con la biomasa sustentada (Biomasa) y la segunda con la base ósea de sustentación (Esqueleto). La representación gráfica de ambas componentes en un sistema de ejes cartesianos ortogonales puso en evidencia agrupamientos coincidentes con los tres grupos de cruzamientos en estudio. A la derecha del gráfico, coincidentemente con su menor biomasa, se ubicaron los dos cruzamientos simples con mínimas diferencias en los pares ordenados definidos por los valores promedio de las componentes relacionadas. A la izquierda, por su parte, con valores negativos de la primera componente y coincidentemente con su mayor biomasa se ubicaron los cuatro grupos restantes correspondiendo valores más extremos a los dos cruzamientos recíprocos. En este caso, a diferencia de lo observado para los cruzamientos simples, se observaron diferencias en los valores de la segunda componente, tanto entre tipo de cruzamiento (de tres vías y recíprocos) como dentro de cada uno de ellos (Campero Doña Teresa versus Campero Don Manuel y Caseros I versus Caseros II). Los cruzamientos recíprocos se ubicaron en el cuadrante superior izquierdo (menor esqueleto) y los cruzamientos de tres vías en el cuadrante inferior izquierdo (mayor esqueleto). A su vez, Caseros I presentó menor base ósea de sustentación que Caseros II y Casilda Don Manuel que Casilda Doña Teresa.

A diferencia del análisis de componentes principales que es una técnica de agrupamiento *a posteriori*, en tanto no se brinda información acerca de la pertenencia de los datos a grupos preexistentes, el análisis discriminante canónico, en base a la misma información inicial y con conocimiento *a priori* de los grupos de pertenencia, indica si las variables incluidas en el

modelo permiten discriminar a dichos grupos. En este caso, al igual que ocurre con la técnica de componentes principales, se generan combinaciones lineales entre las variables originales que definen nuevas variables derivadas –reducción de la dimensionalidad- que proveen la máxima discriminación entre los grupos predefinidos. Si bien, ante la aplicación de esta técnica, se constató que aproximadamente un 36% de las aves no fueron asignadas a su grupo de pertenencia, la mayor parte de esos errores de asignación se dieron dentro de cada modalidad de cruzamiento y no entre ellas. Este hecho pone en evidencia la similitud del comportamiento de los cruzamientos simples entre sí, de los cruzamientos de tres vías entre sí y de los cruzamientos recíprocos entre sí, a la vez que las diferencias entre ellos en tanto el 94% de las combinaciones simples, el 96% de las combinaciones de tres vías y el 90% de los cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples fueron asignados a su respectivo grupo de pertenencia. Una vez más, los cruzamientos simples se diferenciaron de los dos grupos restantes, en este caso en los valores de la primera componente canónica, debido a los menores valores de los estimadores asintóticos, mientras que los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos recíprocos se diferenciaron principalmente en los valores de la segunda componente canónica que vincula en forma inversa los valores asintóticos de longitud de la caña y de peso corporal. En tal sentido, los cruzamientos recíprocos, con mayor biomasa sustentada y menor base de sustentación, se ubican por encima de los cruzamientos de tres vías que presentan la relación inversa, es decir, mayor longitud asintótica de la caña y menor peso corporal asintótico.

En conclusión, la utilización de tres modalidades de aproximación a la caracterización del crecimiento dimensional permitió caracterizar y diferenciar a los tres tipos de cruzamientos analizados.

La segunda cuestión considerada se vincula con la eficiencia con que las aves transforman el alimento que consumen en la biomasa que producen y en las variables que definen su valor. Esta variable puede considerarse un fenotipo complejo y, como todo fenotipo complejo, su valor resulta de la interacción de una multiplicidad de factores de naturaleza tanto genética como ambiental. En consecuencia, los mejores valores fenotípicos promedio del carácter, observables en las actuales poblaciones animales de interés productivo, entre las que se incluyen los pollos destinados a la producción de carne, son el resultado de acciones ejercidas, en mayor o menor medida, sobre ambos componentes de la ecuación.

En lo que a los factores de naturaleza genética se refiere, el peso relativo del mejoramiento genético de la eficiencia alimenticia en el marco de los actuales objetivos globales de selección ha recibido particular atención debido al aumento de los costos de las materias primas y al impacto porcentual del alimento en los costos totales de producción (Avendaño, 2011). El progreso genético logrado en términos de eficiencia de conversión deriva tanto de respuestas correlacionadas a la selección por alta ganancia de peso corporal o por baja proporción de grasa como a la presión de selección aplicada directamente sobre el carácter (Guill y Washburn, 1974; Pym y Nichols, 1979; Emmerson, 1997). Cabe también destacar que la eficiencia alimenticia estimada a lo largo de períodos prolongados de tiempo muy posiblemente resulta de la sumatoria de las eficiencias de diferentes procesos involucrados en el desarrollo, los que pueden variar entre especies y entre poblaciones de la misma especie, así como también en función de las prácticas de manejo bajo las cuales los animales se crían. En el caso de las aves destinadas a la producción de carne el crecimiento de las plumas, el comportamiento alimenticio, el crecimiento esquelético, la deposición de tejido magro y de tejido adiposo son algunos de los procesos cuya eficiencia individual contribuye al valor de la eficiencia que se cuantifica mediante el cociente entre biomasa producida y alimento consumido (Aggrey et al., 2010).

La caracterización de la relación consumo-crecimiento adquiere relevancia en el caso de las diferentes modalidades de avicultura alternativa en general, y del pollo campero en particular, en tanto se trata de poblaciones sujetas a protocolos que exigen menor tasa de aumento de peso diario que las manifestadas por los parrilleros industriales.

El protocolo de trabajo desarrollado en la Cátedra de Genética de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario para la evaluación integral de los diferentes genotipos experimentales ensayados, incluye el estudio tanto de la eficiencia de conversión en sí como de las variables intervinientes en su cálculo, a edades fijas o con un criterio dinámico. En términos generales, los mismos han confirmado la mayor relación de conversión de estas aves habitualmente caracterizadas como de “crecimiento lento” (Álvarez *et al.*, 2006; Romera *et al.*, 2010; Vecchio *et al.*, 2010a; Vecchio *et al.*, 2010b; Álvarez *et al.*, 2011; Fernández *et al.*, 2012a; Fernández *et al.*, 2012b; Fernández *et al.*, 2013a; Fernández *et al.*, 2013b; Canet *et al.*, 2014; Trillo Nunes *et al.*, 2014; Sciutto *et al.*, 2015a; Sciutto *et al.*, 2015b; Sciutto *et al.*, 2015c). A modo de ejemplo, Librera *et al.* (2003) evaluaron la eficiencia alimenticia en dos poblaciones experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno al habitualmente utilizado

para la producción de pollos Campero INTA y observaron que este último, mostró mayor velocidad de crecimiento y, por ende, tendió a ser más eficiente en comparaciones al mismo peso objetivo de faena, mientras que los otros genotipos ensayados redujeron la velocidad de crecimiento, extendiendo la edad de faena al límite máximo de 90 días permitido por el protocolo lo que impactó negativamente sobre la relación de conversión. En un estudio similar Dottavio *et al.* (2008) evaluaron seis cruzamientos experimentales de pollo campero que, como resultado de diferencias en sus tasas de maduración para peso corporal, diferían en sus patrones dinámicos de crecimiento y constataron que las diferencias observadas en dicho patrón se tradujeron en mayor edad al peso objetivo de faena, razón por la cual la superioridad de los cruzamientos ensayados en términos de eficiencia biológica evaluada en un lapso fijo de tiempo, se vio diluida por el mayor tiempo requerido para alcanzar el peso objetivo final requerido con respecto al grupo de referencia Campero INTA. Por su parte, la caracterización en términos de eficiencia alimenticia y de sus variables relacionadas (Dottavio *et al.*, 2014b), de cinco poblaciones sintéticas utilizadas como progenitor materno en cruzamientos destinados a la producción de pollos camperos que, en esta ocasión, no diferían significativamente en sus patrones dinámicos de crecimiento dimensional (Dottavio *et al.*, 2013a) puso en evidencia ausencia de diferencias significativas en la capacidad para transformar el alimento ofrecido en biomasa, lo que permitió concluir que las poblaciones evaluadas eran equivalentes como potenciales progenitores maternos en la producción de versiones de pollos camperos, alternativas a Campero INTA. Dottavio *et al.* (2013b) caracterizaron el comportamiento de la eficiencia de conversión, en machos y hembras de dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero en comparación con una versión mejorada de Campero INTA utilizada como genotipo de referencia, con un criterio estático (a edades fijas entre los 42 y 77 días de edad) y con un criterio dinámico (comportamiento en función de la edad cronológica). Los machos fueron más pesados, tuvieron mayor consumo medio diario y mayor aumento medio diario de peso y mostraron mayor eficiencia alimenticia, y por ende menor relación de conversión, que las hembras. El análisis dinámico demostró que tanto en machos como en hembras las aves de los tres grupos comenzaban con similares valores de eficiencia alimenticia y que la misma decaía con la edad (pendientes negativas). Los autores concluyeron que si bien los valores de conversión alimenticia informados, en todos los casos mayores a los 3 kg de alimento por kg de peso producido, superaban a los habituales en el modelo productivo intensivo, la utilización de cualquiera de estos genotipos dentro de un esquema productivo de doble-propósito permitiría

hacer uso de la mayor eficiencia de los machos que se destinan a la producción de carne mientras que las hembras destinadas a postura, serían restringidas en su consumo como es usual en el caso de las reproductoras pesadas dada la correlación negativa entre peso corporal y producción de huevos.

En el caso de los diferentes cruzamientos experimentales evaluados cabe hacer notar, en primer término, el comportamiento inestable del genotipo de referencia con valores de relación de conversión que oscilaron entre 2,69:1 a 3,93:1.

En las comparaciones llevadas a cabo a la misma edad cronológica (42-63 días) los cruzamientos simples mostraron similares valores de eficiencia, con una relación de conversión promedio para ambos de 3,65:1, y sin diferenciarse de Campero INTA. Los cruzamientos de tres vías con una relación de conversión promedio de 2,44:1 tampoco difirieron entre sí y fueron algo más eficientes que el genotipo de referencia. Por último, los cruzamientos recíprocos sin diferenciarse entre ellos y con una relación de conversión promedio de 2,90:1 se mostraron algo más eficientes que Campero INTA debido a que su consumo de alimento fue algo menor.

Las interacciones genotipo por período, observadas en el caso de los cruzamientos simples sobre el aumento medio diario relativo, el consumo medio diario y el consumo medio diario relativo, no se tradujeron en una interacción significativa sobre la eficiencia alimenticia. Por el contrario, tanto en el caso de los cruzamientos de tres vías como en el caso de los cruzamientos recíprocos la interacción genotipo por período para eficiencia alimenticia y, por ende, para la relación de conversión, fue estadísticamente significativa debido, en el primer caso a la mayor eficiencia mostrada por Casilda DT y Casilda DM respecto de Campero INTA en el tercer período y, en el segundo caso, a la dilución con el transcurso del tiempo de las diferencias en eficiencia favorables a Caseros I y Caseros II frente a Campero INTA en el primer período.

La energía metabolizable es la medida estándar utilizada para describir tanto los requerimientos energéticos de los pollos de carne como el contenido energético de las raciones que se les ofrecen. Los requerimientos energéticos de mantenimiento, por su parte, hacen referencia a aquellos correspondientes a un estado en el que no hay cambios en la composición corporal y ausencia de producción y trabajo. La energía metabolizable de mantenimiento representa una gran proporción de la energía metabolizable ingerida y es función del peso corporal (López y Leeson, 2008) razón por la cual las comparaciones de la eficiencia alimenticia entre genotipos que a la misma edad cronológica mantienen diferentes pesos

corporales no resultan equitativas a menos que los valores relevados se corrijan utilizando el peso corporal como covariable en el análisis. En el lapso en el que se llevó a cabo la comparación de la eficiencia alimenticia y las variables asociadas (42-63 días), los cruzamientos de tres vías presentaron el menor peso corporal promedio seguidos de los cruzamientos simples y, por último, con el mayor peso corporal a mantener, se ubicaron los cruzamientos recíprocos. Ajustado a un peso corporal común, el aumento medio diario de peso mostró un ordenamiento similar: cruzamientos de tres vías > cruzamientos simples > cruzamientos recíprocos. Para ambas variables, la diferencia entre los cruzamientos de tres vías y los dos grupos restantes fue de mayor magnitud que la observada entre los cruzamientos simples y los cruzamientos recíprocos. El consumo medio diario de alimento ajustado fue máximo en el caso de los cruzamientos simples seguidos por los cruzamientos de tres vías y, con los menores valores, por los cruzamientos recíprocos. Como resultante de las diferencias entre el consumo de alimento y el aumento de peso, los cruzamientos de tres vías presentaron la mayor eficiencia alimenticia (menor relación de conversión) dado que si bien su consumo ajustado no fue el menor sino intermedio al de los dos grupos restantes, el menor peso corporal a mantener en el período le permitió manifestar una mayor ganancia de peso. En segundo lugar se ubicaron los cruzamientos recíprocos en los cuales el menor consumo prevaleció sobre el menor aumento de peso en relación a los cruzamientos simples. Estos últimos representaron los cruzamientos menos eficientes (> relación de conversión).

La menor eficiencia observada en los cruzamientos simples coincide con el hecho de ser los grupos con mayor madurez. Al momento de la evaluación estas aves han recorrido la mayor parte de su camino al peso asintótico y, por ende, presentan menores ganancias de peso en tanto, dada la naturaleza sigmoidea del patrón de crecimiento, se encuentran en la porción final de la etapa post-inflexión. Los grupos restantes, por el contrario, han recorrido aproximadamente el 60% de la trayectoria hacia el tamaño maduro por lo que aún se encuentran transitando una etapa de crecimiento activo. Las diferencias en eficiencia observadas entre los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos recíprocos -favorables a los primeros- no dependerían del grado de madurez alcanzado, en tanto los primeros fueron algo más maduros, sino a su menor consumo medio diario de alimento.

Independientemente de estas particularidades, los valores de relación de conversión calculados se encuentran dentro del rango de los observados en otros cruzamientos experimentales planteados como alternativas a la versión tradicional de Campero INTA: 2,72:1

a 3,64:1 para machos, entre los 42-56 y los 56-70 días, respectivamente (Librera *et al.*, 2003), 3,48:1 para machos y 3,62:1 para hembras entre los 49 y los 70 días de edad (Romera *et al.*, 2005); 4,22:1 y 4:42:1 para machos y hembras evaluados entre los 45 y los 67 días de edad (Álvarez *et al.*, 2006); 3,36:1 a 4,17:1 para machos y 3,36:1 a 4,85:1 para hembras evaluados entre los 49 y los 70 días de edad (Dottavio *et al.*, 2008); 2,45:1, para machos evaluados entre los 42 y 49 días (Vecchio *et al.*, 2010a); 3,29:1 para machos evaluados entre los 42 y 63 días (Álvarez *et al.*, 2011); 3,29:1 para machos evaluados entre los 42 y 77 días (Fernández *et al.*, 2012 a); 3,31:1 y 3,94:1 para machos y hembras entre los 42 y 77 días (Fernández *et al.*, 2012b); 3,31:1 a 4,55:1 para machos y 3,97:1 a 5,77:1 para hembras evaluados entre los 42 y 77 días (Fernández *et al.*, 2013 a); 3,52:1 y 3,73:1 en machos con manejo de alimentación según protocolo o sólo con dos de las tres raciones respectivamente, evaluados entre los 35 y 84 días (Fernández *et al.*, 2013b); 3,28:1 y 3,37:1 en machos con manejo tradicional o alternativo de alimentación desde los 42 y los 77 días, respectivamente (Sciutto *et al.*, 2015) y superiores a los valores de 2:1 habitualmente esperados para lotes de pollos parrilleros comerciales faenados a los 42 días de edad y con un peso corporal de 2.000g o a los valores estimados de 1,72:1 a la misma edad de faena y con un peso corporal de 2.500g (Creswell, 2005) como así también a los valores de 1,575:1 y 1,670:1 promocionados como objetivos de rendimiento de los machos del pollo comercial Ross 308 para edades y peso de faena de 37 días y 2.493 g o de 42 días y 3.023 g, respectivamente (Ross 308, 2014).

Un tercer aspecto incluido en la caracterización de estos genotipos de menor velocidad de crecimiento refiere a su conformación corporal. La expresión conformación corporal hace referencia básicamente a la estructura ósea de un individuo. Es un hecho conocido que las diferentes especies animales de interés económico presentan conformaciones particulares acordes al tipo de producción asociada. En la avicultura, caso particular que nos ocupa, las poblaciones especializadas en producción de huevos presentan diferente conformación que aquellas destinadas a la producción de carne (Carden *et al.*, 1978). El interés en evaluar la conformación corporal proviene, al menos en parte, de la necesidad de determinar si la proporción de cortes de interés comercial podría llegar a verse afectada por la modificación de la conformación de las aves. El reconocimiento de la importancia de la conformación de las aves de carne, juntamente con la imposibilidad de obtener mediciones directas de los cortes valiosos para ser utilizadas como criterios en los programas de mejoramiento genético dado que su registro requiere del sacrificio de los individuos evaluados, llevó a considerar la inclusión de

indicadores de conformación como posibles estimadores del valor carnicero de las aves. A este respecto se ha postulado que ciertas mediciones efectuadas sobre el animal vivo, relacionadas con cortes valiosos como es el caso de la pechuga (Melo *et al.*, 2001), podrían utilizarse como criterios selectivos dada la respuesta observada a la selección aplicada en base a dicho criterio (Mishra *et al.*, 1996; Schmidt *et al.*, 2006). Este tipo de mediciones se han utilizado también como predictores de la ganancia de peso vivo (Amao *et al.*, 2012) y se ha observado que la selección por ganancia de peso corporal se traduce en una respuesta correlacionada en el mismo sentido tanto en el sistema de sustentación corporal como en el rendimiento en carne (Siegel, 1962; Ricard y Leclercq, 1985; Chambers, 1990; Suk, 2004; Yahaya *et al.*, 2012; Olawumi, 2013). Es este tipo de respuestas el que lleva a pensar que la proporción de cortes de interés comercial podría llegar a verse afectada por la modificación de la conformación de las aves de carne. A este respecto, Advínculo *et al.* (2011) estudiaron la asociación entre indicadores de conformación registrados *in vivo* pre-faena y la proporción de cortes valiosos a la faena en los híbridos recíprocos entre dos sintéticas maternas de pollos camperos y observaron (a) una correlación positiva y significativa entre el valor de un índice calculado como el cociente entre la longitud de la tibia y la longitud de la caña y la proporción de pata-muslo y (b) ausencia de asociación entre un índice que relaciona la longitud y el ancho de la pechuga y la proporción de dicho corte a la faena posiblemente debido a que el índice en cuestión estima la forma de la pechuga la que no necesariamente está vinculada a su tamaño pudiéndose encontrar pechugas de igual peso total pero alargadas si predomina la longitud (mayores valores del índice) o compactas si predomina el ancho (menores valores del índice), así como pechugas de diferente peso y con igual relación largo-ancho. Por su parte, Canet *et al.* (2014) evaluaron en forma uni y multivariada la conformación corporal y los caracteres a la faena de machos y hembras de dos cruzamientos experimentales de tres vías destinados a la producción de pollos camperos, en comparación con Campero INTA como genotipo de referencia. Con respecto a la conformación los resultados aportaron evidencia de una base genética al menos parcialmente independiente para forma y tamaño corporal mientras que en lo referente a los cortes de valor carnicero -pechuga y pata-muslo- los dos cruzamientos experimentales evaluados resultaron ser similares tanto entre sí como también respecto del grupo de referencia por lo cual las diferencias observadas en conformación no presentaron correlato con modificaciones en los caracteres de trascendencia productiva a la faena.

Como parte de la evaluación integral de los tres tipos de cruzamientos —simples, de tres vías y recíprocos— comparados entre sí y respecto de la versión tradicional de Campero INTA, la conformación corporal se caracterizó a partir del registro de nueve medidas lineales efectuadas sobre el animal vivo, el cálculo de la superficie de la pechuga (Faletti *et al.*, 2002) resultante de la combinación de dos de dichas medidas (longitud y ancho) y cuatro índices zoométricos definidos por el grupo de trabajo (Amoroto, 2010; Dottavio *et al.*, 2010a; Canet *et al.*, 2014a) que relacionan algunas de dichas mediciones. El análisis se llevó a cabo en base a dos enfoques: el primero de ellos a igual edad cronológica, en tres momentos del ciclo de recría y terminación durante la crianza a parque y el segundo cuando las aves alcanzaron, en promedio, el peso objetivo de faena de 2.500 g. Dado que en el caso de los cruzamientos de tres vías el genotipo de referencia presentó una tasa de crecimiento poco habitual que determinó que alcanzara el peso objetivo de faena a los 63 días de edad, en la evaluación de dichas aves no se dispuso de datos del grupo Campero INTA a los 70 días de edad. Por esta razón, el análisis a igual edad cronológica sólo incluyó datos de los tres genotipos correspondientes a las dos primeras edades (42 y 56 días) mientras que la comparación a los 70 días se restringió a los dos cruzamientos simples (Casilda DT y Casilda DM) y a los cruzamientos recíprocos entre ambos (Caseros I y Caseros II).

La comparación efectuada a igual edad cronológica permitió observar que, en términos generales, el genotipo de referencia presentó, en promedio, mayores valores de las mediciones lineales que los cruzamientos simples, que no difirieron significativamente entre ellos, hecho particularmente evidente a la mayor edad registrada. Una respuesta similar se observó al considerar los cruzamientos de tres vías dado que Campero INTA presentó también, en estas comparaciones, mayores valores promedio que los cruzamientos experimentales, que sólo difirieron significativamente entre ellos en la longitud dorsal y en los anchos inter-húmeros e inter-fémures. Los mayores valores promedio del genotipo de referencia se hacen evidentes incluso al comparar los valores registrados en Campero INTA a los 56 días con aquellos observados en los cruzamientos experimentales a los 70 días de edad. Con respecto a los índices de conformación Campero INTA mostró pechugas más largas (Índice 2), ensanchamiento hacia caudal (Índice 3) y menor circunferencia corporal por unidad de longitud dorsal (Índice 4) que los cruzamientos simples. Los cruzamientos de tres vías, por su parte, no se diferenciaron significativamente en los valores promedio de ninguno de los cuatro índices de conformación calculados a partir de combinaciones particulares de algunas de las medidas lineales. Los

cruzamientos recíprocos entre los híbridos simples, también presentaron menores valor promedio de todas las variables que Campero INTA y se diferenciaron entre ellos, correspondiendo a Caseros I mayores valores que a su recíproco.

Como se mencionó anteriormente, independientemente de las diferencias observadas en el comportamiento de la población de referencia y restringiendo la comparación al período de control efectivo (0-12 semanas), en todos los casos -cruzamientos simples, de tres vías y recíprocos- los cruzamientos experimentales presentaron menor peso corporal que Campero INTA lo que explicaría que también presenten, en general, menores valores de las medidas lineales utilizadas en la caracterización de la conformación corporal a la misma edad cronológica por lo que las mismas no indicarían diferencias de trascendencia productiva en la conformación carnífera entre los grupos genéticos estudiados.

En términos generales, el significado observado del efecto edad sobre todos los caracteres es el resultado obvio del aumento de los valores promedio de los mismos con el transcurso del tiempo, en todos los grupos genéticos.

El significado del efecto de la interacción genotipo por edad observado sobre algunas de las medidas pone en evidencia particularidades en el crecimiento de las diferentes partes del cuerpo incluidas en el relevamiento, atribuibles a diferencias en la magnitud de los aumentos en el valor del carácter con la edad sin modificación del significado de las diferencias entre grupos genéticos, a la aparición de significados en las comparaciones entre grupos genéticos a los 70 días de edad no observables en edades más tempranas o a la pérdida en edades más avanzadas del ciclo del significado observado en comparaciones efectuadas a edades tempranas.

Con respecto a las comparaciones efectuadas previas a la faena los resultados muestran que, si bien significativas en algunos casos, son de escasa magnitud y las diferencias en velocidad de crecimiento entre las poblaciones experimentales y el genotipo de referencia, se reflejan en diferencias en las mediciones de conformación corporal efectuadas a igual edad cronológica, razón por la cual, pueden ser atribuidas a las diferencias en el peso corporal por lo que, no indicarían, al igual que en edades previas, diferencias importantes en la conformación carnífera de los primeros.

Particularizando algunas de las diferencias observadas entre los diferentes cruzamientos, en comparación con la versión tradicional de Campero INTA, los cruzamientos simples no presentaron diferencias en las dos mediciones efectuadas a nivel de la pechuga ni en la superficie calculada a partir de ellas, en el ancho inter-fémures, la circunferencia corporal

y el Índice de conformación 2. Estos cruzamientos experimentales presentaron menor longitud promedio de la caña, ancho inter húmeros e Índice 3 (cuerpo angosto hacia caudal) y mayor valor promedio del Índice 2 (pechugas más largas) que Campero INTA, sin diferenciarse significativamente entre ellos. Casilda CP mostró la menor longitud promedio de la tibia y Casilda CR la menor longitud dorsal y el mayor Índice 4 (cuerpo más compacto).

En relación a los cruzamientos de tres vías, la comparación de la conformación corporal a la faena, demostró que las diferencias en las medidas lineales o en sus relaciones, entre ellos y Campero INTA, si bien en algunos casos estadísticamente significativas, son de escasa magnitud y trascendencia biológica. La menor velocidad de crecimiento de estos cruzamientos, que magnifica las diferencias entre ellos y el genotipo de referencia en comparaciones efectuadas a la misma edad cronológica, se diluyen cuando las comparaciones se llevan a cabo a similar peso corporal.

Con respecto a los cruzamientos recíprocos y dado que la población de referencia, con mayor velocidad de crecimiento, se faenó a menor edad (70 días) que Caseros I (77 días) y Caseros II (84 días) y con similar peso objetivo (2500g) y que las diferencias observadas entre las poblaciones con 50% de genes Cornish y Campero INTA, fueron de escasa magnitud, las mismas pueden ser atribuidas a las diferencias en la velocidad de crecimiento por lo que, tampoco en este caso, indicarían diferencias importantes en la conformación carnícera de los mismos.

El comportamiento relativo de las aves de los seis cruzamientos experimentales con respecto a las medidas lineales de conformación corporal evidenció que la principal diferencia entre los grupos analizados se observa en el ancho entre fémures y en el ancho entre húmeros. Los cruzamientos simples mostraron los menores valores de ambas variables lineales y del índice zoométrico que las relaciona (I3), presentaron la mayor superficie de pechuga y el menor valor del índice (I2) -pechugas más anchas- mientras que los cruzamientos recíprocos presentaron la menor superficie de pechuga con mayores valores del I2 sin diferenciarse de las combinaciones de tres vías para este índice pero con menores valores de I4 (cuerpo menos voluminoso).

Considerando que los genotipos experimentales evaluados se faenan a un peso objetivo, dado que en todas las comparaciones el genotipo de referencia Campero INTA tradicional presentó menor edad al peso objetivo de faena que las aves de los cruzamientos experimentales contemporáneos y dadas las tendencias observadas en las diferentes variables analizadas en

función de la edad, puede predecirse que las diferencias de conformación observadas entre los grupos genéticos cuando se los compara a igual edad cronológica, tenderían a hacerse menos significativas o no significativas, en el marco de comparaciones a igual peso corporal (conformación pre-faena), por lo que los híbridos experimentales propuestos como alternativa frente a Campero INTA no mostrarían reales diferencias de conformación frente a este último.

En términos generales, los análisis univariados permitieron caracterizar a los diferentes grupos genéticos a partir de la consideración de cada uno de los indicadores por separado asignando a los cruzamientos experimentales similar conformación salvo algunas particularidades, y definiendo un animal de huesos más largos (tibia, caña, esternón, longitud dorsal) de aspecto “tipo faisán” a diferencia de las características de animal compacto, de menor desarrollo óseo y mayor musculatura que muestran los parrilleros comerciales.

Dado que la conformación corporal es un fenotipo complejo que involucra gran variedad de medidas corporales, su caracterización mediante técnicas multivariadas permite evaluar simultáneamente la relación existente entre ellas o con diversos caracteres productivos (Brown et al., 1973). En avicultura, el análisis de componentes principales, ha sido aplicado para la caracterización de la relación existente entre las medidas de tamaño y los estimadores de conformación corporal de las aves (Ibe, 1989; Shahin, 1996; Ogah et al., 2009; Udeh and Ogbu, 2011) y también se ha aplicado para identificar sistemas productivos en zonas rurales con avicultura de traspatio (Casanovas, 2013; Tovar-Paredes, 2014). La caracterización de las relaciones entre diversas mediciones lineales (longitud de la caña, longitud del muslo, longitud y ancho corporal, ancho de pechuga y longitud del ala) en estirpes de pollos para carne mediante dicha técnica, permitió concluir que las componentes derivadas del análisis podían ser utilizadas como criterios selectivos con el objetivo de mejorar el tamaño corporal de las aves (Ude y Ogbu, 2011). En otro tipo relevamiento, la aplicación del enfoque multivariado (Casanovas *et al.*, 2013) permitió caracterizar la producción avícola de traspatio en municipios de Cuba, mediante la identificación de componentes de valor zootécnico y epizootiológico.

A partir del análisis conjunto de las variables relacionadas con la conformación corporal pre-faena con la técnica mutivariada de componentes principales, se observó que de las ocho componentes generadas por el modelo, las dos primeras acumularon el 86% de la variancia fenotípica observada. La distribución de los valores correspondientes a las aves de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por estas dos primeras componentes principales, permitió reconocer agrupamientos significativos vinculados principalmente con la

modalidad con la que fueron generados los diferentes tipos de cruzamientos analizados. Los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR y los cruzamientos recíprocos entre los mismos, se ubicaron en los cuadrantes superiores, diferenciados por los valores promedio de la primera componente (PC1), vinculada con el tamaño corporal y la conformación volumétrica del cuerpo. Dada su elevada correlación con la circunferencia del mismo, su asociación positiva y significativa con el peso corporal pre-faena, con todas las medidas lineales y con los índices zoométricos I2, I3 e I4, permitió diferenciar a estos grupos por tamaño y volumen, agrupando a la izquierda del plano – con menores valores de PC1- a las aves de menor tamaño y volumen sin diferencias significativas entre ellos (cruzamientos simples) y a la derecha del plano, a las aves con mayor tamaño y volumen (cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples). Los valores promedio para esta componente correspondientes a los cruzamientos de tres vías fueron intermedios y de signo negativo y las dos combinaciones generadas con esta modalidad de cruzamiento tendieron a diferenciarse del resto de las combinaciones con respecto al valor de la segunda componente (PC2) vinculada con una conformación más compacta, con mayor circunferencia y mayor ancho inter-húmeros e inter-fémures. Dado que a mayor valor de la segunda componente corresponden aves de menor base ósea, más angostas a nivel de húmeros y de fémures, con mayor longitud dorsal y menor circunferencia corporal, los cruzamientos de tres vías, se ubicaron en los cuadrantes inferiores del plano cartesiano sin diferenciarse entre ellos, en concordancia con la significativa asociación negativa observada entre el índice zootécnico I4 (volumetría corporal) y la segunda componente principal (PC2), mientras que los dos tipos de cruzamientos restantes (Casilda CP y CR y Caseros I y II) mostraron valores promedio de signo positivo coincidentes con una conformación corporal más estilizada, con la particularidad que Casilda CP, con mayor valor de PC2 que Casilda CR, no se diferenció de Caseros II, y Casilda CR presentó valores promedio de la componente similares a Caseros I.

El análisis discriminante aplicado a estas poblaciones de aves camperas en base a las medidas lineales de conformación registradas en las mismas, permitió observar dos primeras componentes canónicas que explicaron en conjunto, el 96,22 % de la variancia global y asignó con bajo error a las aves a sus respectivos grupos de origen, confirmando la utilidad de las medidas lineales analizadas, para diferenciar a los individuos en función de su conformación corporal pre-faena, a través de estas dos primeras componentes canónicas. Si bien no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los pares de genotipos incluidos en cada tipo de cruzamiento -combinaciones simples, de tres vías o recíprocos entre los

cruzamientos simples- la ubicación relativa de los grupos en el plano cartesiano definido por estas componentes, en concordancia con los resultados del análisis de componentes principales, permitió la diferenciación de los mismos según la estrategia genética aplicada para generarlos. En este sentido, los cruzamientos simples, ubicados a la izquierda del plano cartesiano definido por estas componentes, mostraron los menores valores promedio de la primera componente canónica y valores intermedios de la segunda componente; los dos pares de cruzamientos restantes se ubicaron hacia la derecha del plano cartesiano, con mayores valores promedio de la componente canónica 1, situándose los cruzamientos de tres vías por debajo de los recíprocos dado sus menores valores de la componente 2.

En términos generales, los agrupamientos generados por el análisis de componentes principales así como los bajos errores de asignación de las aves a sus respectivos grupos de origen observado en el análisis discriminante, pusieron en evidencia que además de la menor velocidad de crecimiento exigida por el protocolo de producción, las aves camperas, con patas más largas y cuerpo más estilizado, presentan una conformación longilínea que las identifica como tales y las hace diferenciables de la conformación más compacta de menor desarrollo óseo y mayor musculatura, que caracteriza a los híbridos industriales. A este respecto, Romera (2013) caracterizó la conformación corporal a la faena de machos y hembras de cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero en comparación con la de un híbrido comercial, en términos de las mismas ocho medidas morfométricas lineales registradas en el animal vivo y de los cuatro índices zoométricos que las relacionan, y observó que las aves camperas presentaron cuerpos más alargados, con menor circunferencia corporal por unidad de largo dorsal y pechugas más angostas que el genotipo comercial, diferencias que fueron más marcadas en los machos que en las hembras. En este caso, el análisis multivariado de componentes principales aplicado a estas poblaciones, permitió observar agrupamientos con una nítida diferenciación de las aves del híbrido industrial, y el análisis discriminante asignó sin error a las aves a sus respectivos grupos de origen poniendo en evidencia una discriminación perfecta entre las aves de crecimiento “rápido” y aquellas de crecimiento “lento”, confirmando la utilidad de las medidas registradas en el animal vivo antes de la faena tanto para reconocer agrupamientos significativos como para discriminar por su conformación a las aves de uno y otro tipo: parrilleros comerciales y pollos camperos.

Por último, los cruzamientos experimentales se evaluaron tomando en consideración los caracteres a la faena.

Los objetivos de mejoramiento en producción avícola de carne, y por ende también los criterios asociados a los mismos, se han ido modificando a lo largo de la historia de la avicultura industrial. Como se mencionó previamente, la presión de selección aplicada sobre las poblaciones de reproductores pesados se caracterizó tradicionalmente por el énfasis puesto sobre la tasa de ganancia de peso y el rendimiento a la faena y se ha estimado que los avances en la velocidad de crecimiento del producto final logrados a lo largo de más de cuatro décadas pueden atribuirse a las respuestas directas a la selección artificial aplicada (Havenstein, *et al.*, 1994; 2003).

En el marco de una avicultura estructurada para sistemas cada vez más intensivos, la progresiva modificación del hábito de los consumidores hacia productos procesados, junto con una demanda creciente por carnes blancas, condujo a concentrar la atención de los mejoradores tanto en el rendimiento a la faena en general como en el de la pechuga en particular, en busca de retornos económicos que posibilitaran hacer frente a los costos derivados de la alimentación de las aves y del procesamiento posterior de las canales (Pollock, 1997). En este nuevo contexto, dichos caracteres pasaron a ser criterios de trascendencia al momento de evaluar aves destinadas a ser criadas en esos sistemas, lo que justifica su consideración (Ewart, 1993; Guenter *et al.*, 1995; Watts y Kennett, 1995; Kijowski *et al.*, 1997; Gous *et al.*, 1999; Scheuermann *et al.*, 2003).

Si bien la composición corporal de las aves puede ser modificada mediante la manipulación de ciertas rutas metabólicas (Fisher, 1984; Smith y Pesti, 1998; Wisseman y Lewis, 1998) diversos autores han puesto en evidencia que las diferencias raciales desempeñan un rol de importancia en el mejoramiento de las poblaciones comerciales criadas en forma intensiva (Sonaiya *et al.*, 1983; Mark, 1990; Szalkowska y Meller, 1997; Bartov y Plavnik, 1998; Smith y Pesti, 1998; Abeni y Bergolio, 2001; Santos *et al.*, 2004; Marcato, 2006; Obike *et al.*, 2016) diferencias que estarían vinculadas a las respuestas diferenciales a la selección llevada a cabo históricamente en las aves de carne (Blagojevi *et al.*, 2009). En contraste, información proveniente de algunas poblaciones similares (Nicolova y Pavlovsky, 2009) atribuye al genotipo escasa influencia sobre los caracteres relacionados con la carcasa. Dadas las altas correlaciones fenotípicas positivas informadas entre el peso vivo y los componentes mayores de la carcasa (Ricard y Rouvier, 1967; Melo, 2001; Milićević, 2006) sumado al estricto control ambiental ejercido durante la cría de las aves en sistemas convencionales (Morris and Pollott, 1997) lo que otorga mayor confiabilidad a las estimaciones disponibles de las mismas,

el peso corporal ha sido considerado habitualmente un buen estimador del rendimiento en cortes de interés comercial al momento de la faena. En este sentido, la selección fenotípica individual temprana (Bijma *et al.*, 2000), empleada para caracteres favorablemente asociados con el peso de cortes nobles como la pechuga, es una estrategia aplicada en la elección previa de candidatos, que permite eliminar a las aves con desempeño desventajoso para dichos caracteres (Lorentz *et al.*, 2011). A medida que el ave crece, aumenta tanto la proporción de cortes valiosos como la proporción de grasa de la carcasa y en diferentes poblaciones de pollos parrilleros se ha informado (Perreault *et al.*, 1992) un efecto de la edad de faena en el rendimiento de cortes, con un aumento de la relación carne:hueso de 1,31 a 1,57 entre los 35 y 60 días de edad, siendo la pechuga el corte con mayor crecimiento entre los 43 y 70 días lo que, en concordancia con lo informado por otros autores (Michelan Filho *et al.*, 2001; Young *et al.*, 2001), permitiría predecir un mejor rendimiento de este corte en aves adultas de mayor peso corporal. Por otra parte, Albuquerque *et al.* (2003) no observaron efectos significativos de la edad de faena sobre el rendimiento en corte trasero y muslo, a la vez que otros estudios (Ricard *et al.*, 1967; Cahaner *et al.*, 1986b; Omojola *et al.*, 2004) evidenciaron una independencia al menos parcial de la proporción de cortes valiosos y el peso pre-faena la que podría ser el resultado de la intensa presión de selección aplicada para aumentar el desarrollo de los músculos pectorales y cuyo nivel de respuesta es mayor que el observado en el peso corporal total (Guenter *et al.*, 1995).

La evaluación de los caracteres a la faena en poblaciones comerciales de lento crecimiento en condiciones de producción orgánica (Ristic y Damme, 2002) mostró una menor proporción de masa corporal pero con superior calidad de carne, en relación a los sistemas convencionales de crianza, en concordancia con resultados aportados por otros autores (Grashorn y Serini, 2006). Si bien, en comparación con las aves criadas en sistemas convencionales, la producción en sistemas extensivos con acceso a espacios abiertos resulta en un incremento del consumo de alimento con el concomitante deterioro de la relación de conversión antes discutido (Castellini, 2002, Wang, 2009), en este tipo de aves se ha informado una mayor proporción de cortes de interés comercial, con mayor dependencia del peso corporal a la faena que de los factores nutricionales, dado que la distribución de los músculos de la carcasa depende del total de masa muscular de la misma (Peter *et al.*, 1997). La evaluación del rendimiento de carcasa, de los cortes valiosos y del contenido de grasa abdominal en ecotipos autóctonos Thai, bajo crianza no convencional (Mole *et al.*, 2011) no presentó efectos atribuidos al sistema de crianza, resultados consistentes con los de otros autores (Wang *et al.*, 2009;

Fanatico *et al.*, 2005). Otros estudios informaron una mayor proporción de pechuga y muslo en aves criadas con acceso al exterior (Castellini *et al.*, 2009) y menor contenido de grasa abdominal en relación a aves bajo crianza en cautiverio (Lewis, 1997; Castellini, 2002; Wang, 2009) hecho atribuido posiblemente a la mayor movilidad de las aves que favorece la reducción del contenido de grasa corporal y estimula el desarrollo muscular (Lewis *et al.*, 1997; Castellini *et al.*, 2002).

En el marco de sistemas con manejo semi-intensivo, la evaluación de cruzamientos experimentales de pollos camperos permitió observar (Dottavio *et al.*, 2012) efectos significativos del grupo genético y del sexo sobre todos los caracteres a la faena, a excepción del peso de la grasa abdominal, e interacción genotipo x sexo sobre el peso pre-faena, el peso eviscerado, el peso del muslo y la proporción de grasa abdominal. Los machos de estos cruzamientos presentaron valores similares de pata muslo y grasa abdominal pero valores promedio menores de proporción de pechuga y, en uno de los cruzamientos experimentales evaluados, presentaron menor peso y proporción de grasa abdominal que los otros genotipos, independientemente del peso corporal. Las hembras, con menor peso corporal pre-faena mostraron igual proporción de pechuga que el genotipo de referencia. La ausencia de un patrón consistente de asociación entre la proporción de cortes comerciales y de grasa abdominal con el peso pre-faena corroboró la independencia, al menos parcial, en la determinación genética del crecimiento de los músculos de la pechuga y de la deposición de grasa con respecto al peso del cuerpo como un todo. Los valores de rendimiento a la faena observados superaron a los informados para parrilleros industriales bajo crianza semi-intensiva, y faenados con un peso promedio de 2850g. En otro estudio, la evaluación de las progenies derivadas del cruzamiento de diferentes poblaciones sintéticas maternas con una sintética paterna de pollo campero (Dottavio *et al.*, 2014) mostró valores de proporción de cortes valiosos de 20-25% en el caso de la pechuga y de 22 a 30 % para pata-muslo. Si bien la proporción de grasa abdominal superó a la registrada en el grupo de referencia Campero INTA y a los valores habitualmente informados en la bibliografía referida a pollos camperos, la proporción de pechuga y pata-muslo y el rendimiento de la canal a la faena, fue compatible con los registrados en su producción comercial sin diferenciar para tales variables a las poblaciones evaluadas.

La evaluación de los caracteres a la faena en los tres pares de cruzamientos experimentales que forman parte de esta tesis, se realizó en base a dos criterios: (a) considerando la edad de faena de cada grupo genético y (b) corregidos a un mismo peso

corporal. En términos generales, en todas las comparaciones realizadas entre cada tipo de cruzamiento y el genotipo de referencia, e independientemente del desempeño de este último en cada comparación, los cruzamientos experimentales tendieron a presentar (a) mayor proporción de pechuga que Campero INTA, diferencia que alcanzó significado estadístico en el caso de los cruzamientos simples para ambos criterios de expresión del carácter (relativizado por el peso vivo pre-faena o por el peso eviscerado) y para ambos criterios de comparación (a igual edad cronológica y a un peso común de faena); en los cruzamientos de tres vías al considerar la proporción del corte relativa al peso eviscerado, tanto en comparaciones a la misma edad como al mismo peso y en Caseros I, para todas las modalidades tanto de expresión del carácter como de criterio de comparación; (b) igual proporción de pata-muslo en el caso de los cruzamientos simples, de los cruzamientos de tres vías cuando los valores del corte se relativizan al peso corporal eviscerado y de Caseros II al considerar los cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples y (c) menor contenido de grasa abdominal en comparaciones a la misma edad cronológica, diferencias que en algunos casos (Casilda CP, Casilda DM y Caseros I) se hacen no significativas al efectuar la comparación a un mismo peso corporal pre-faena. Comparados al mismo peso de faena no se observaron diferencias significativas entre los cruzamientos experimentales de los diferentes tipos y Campero INTA.

La comparación de los seis cruzamientos experimentales ajustados a un peso común pone en evidencia la similitud entre ellos con respecto a los caracteres de trascendencia productiva a la faena. El único componente que evidenció mayor variación entre los grupos es el contenido de grasa respecto del cual, en cada tipo de cruzamiento, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos miembros de cada par (cruzamientos simples: Casilda CP > Casilda CR; cruzamientos de tres vías: Casilda DM > Casilda DT; cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples: Caseros I > Caseros II).

Si bien con algunas diferencias puntuales, no se observaron particularidades de trascendencia entre los diferentes cruzamientos experimentales ensayados. En promedio, estas poblaciones de crecimiento lento presentan valores relativos al peso corporal eviscerado de 26,3-28,8% para pechuga con hueso, 30,6-32,2 % para pata-muslo (15,3-16,1% pata muslo-derecho), 0,85-1,74% para grasa abdominal, 67,0-69,4% para rendimiento, compatibles con los valores medios esperados para este tipo de aves de carne. Dado que los pollos camperos están destinados a sistemas de producción alternativos con escaso control ambiental, si bien resulta importante combinar en ellos una adecuada ganancia diaria, una alta tasa de deposición proteica

y una baja deposición de grasa, la eficiencia global no siempre es evaluada en términos de máxima ganancia de peso y conversión sino que también deben expresar un adecuado equilibrio adecuado entre comportamiento productivo y rusticidad.

Los valores de rendimiento a la faena relevados en las poblaciones evaluadas, son similares a los informados por Lazzari *et al.* (2007) para parrilleros comerciales de la línea Cobb 500 criados a parque (69,2%) si bien, como es de esperar, los mismos fueron faenados a menor edad (49 – 55 días) y con mayor peso corporal promedio; menores al 72% informado por Rondelli *et al.* (2003) para machos de la misma línea comercial bajo crianza intensiva y faenados a los 50 días de edad con 3.200g y al 73-74% citado por Koosinsky *et al.* (2008) para tres poblaciones comerciales faenadas más temprano y con menor peso corporal y por Santos *et al.* (2005) para poblaciones comerciales criadas en forma semi-intensiva. Por su parte, los valores de rendimiento en los cruzamientos experimentales fueron superiores al 64,2% registrado por Ricard *et al.* (1986) a las 10 semanas de edad y al 63,4% citado por García *et al.* (2005) en machos de la línea SASSO de 14 semanas y próximos al 67,2% comunicado por Muriel Durán *et al.* (1997) en aves faenadas a los 89 días. Farías *et al.* (2010) informaron valores muy superiores (75,7%-77,1%) en machos de poblaciones comerciales criados en forma semi-intensiva y faenados a los 85 días con un rango de pesos de 2115g-2806 g, pero menores a los citados por Mitrovic *et al.* (2011) en poblaciones nativas de áreas rurales de Serbia, criadas a parque a partir de los 28 días.

En promedio, la proporción de grasa abdominal en relación al peso eviscerado observado en estas poblaciones de crecimiento más lento (0,75 a 1,83%) fue superior al 0,75% mencionado por Lazzari *et al.*, (2007) y al 1,05% informado por Rondelli *et al.* (1,05%) hecho posiblemente atribuible a su mayor edad de faena (80 días vs. 49 y 50 días), e inferior a los comunicados por Dottavio *et al.* (2012) para machos de seis genotipos híbridos experimentales (1,7 a 2,5%) faenados entre los 75 y 90 días. Por otra parte, Kokoszinsky *et al.* (2008) comparando poblaciones comerciales de diferente origen, bajo crianza convencional y faenadas a los 42 días con un peso promedio de 1900g, informaron valores de grasa abdominal superiores a las citadas por los autores anteriores (1,5-2,8%) y próximos a los mencionados por Santos (2005) registrados en dos poblaciones de parrilleros comerciales bajo dos sistemas de crianza (2,5-2,8%). La proporción de grasa abdominal en relación al peso vivo en las aves del presente estudio, superó a la citada por Muriel Duran *et al.* (1997) en aves de carne criadas a parque desde las 6 semanas y faenadas a menor peso (1967 a 2077 g) a los 89 días (1,30%), y fue

similar al hallado por Ricard *et al.* (1986) en pollos Label Rouge machos de 10 semanas de edad.

En relación a los valores de proporción de pechuga (27,6%) y pata muslo (31,5%) promedio para las seis poblaciones experimentales ensayadas, los mismos fueron similares a los comunicados por Santos *et al.* (2005) a un peso objetivo de faena de 2500 g, superiores al 24,5% mencionado por Dottavio *et al.* (2012) para la pechuga de aves de similar factura y al 25,3% mencionado por Mitrovic *et al.* (2011) pero menor al 32-34% informado para esta corte por Bogosavljevic-Boskovic *et al.* (2009) para aves comerciales evaluadas con dos sistemas de crianza y en tres edades de faena y al 33,7% de pata-muslo registrados en machos Cobb 500 bajo crianza semi-intensiva (Advínculo *et al.* 2009) y superiores a los valores registrados para proporción de pechuga (25,2%) y pata-muslo (28,2%) por Farías *et al.* (2010) para machos de poblaciones comerciales en sistemas de crianza semi-intensiva, y faenados a los 85 días. La proporción de pata-muslo en relación al peso eviscerado fue inferior al 36,4% registrado por Muriel Durán *et al.* (1997) en aves de carne criadas en forma alternativa y sacrificadas a los 89 días y al 34,3% citado por Mitrovic *et al.* (2011) pero similar a los mencionados (Advínculo *et al.* 2009) para machos Cobb 500 (28,4%) criados en parque a partir de los 35 días edad.

Las respuestas observadas en el desempeño de estos genotipos no fueron, en algunos casos, independientes de la estrategia genética utilizada para generar los diferentes tipos de cruzamientos evaluados. Las diferencias significativas observadas en el comportamiento de ciertos componentes corporales deberían considerarse en el marco del efecto diferencial del aporte de genes Cornish en cada una de los dos pares de cruzamientos experimentales, dado que la inclusión de esta raza afectó en ciertos casos, la proporción de uno de los componentes (pechuga) sin modificar la contribución porcentual del otro (pata-muslo). Casilda CP y Casilda CR, con 50% de genes Cornish presentaron, comparativamente la mayor proporción de pechuga con hueso. Caseros I y Caseros II también presentan esa proporción de genes Cornish pero, en este caso, se observó una diferencia entre los recíprocos con valores superiores en Caseros I y similares a los de los cruzamientos simples. Los cruzamientos de tres vías, con 25% de genes Cornish en su constitución genética promedio presentaron, comparativamente, la menor proporción de este corte, si bien ambos superaron a Caseros II. Estas diferencias no se hicieron evidentes al vincular la proporción de pata-muslo con el aporte de genes de origen Cornish Blanco a cada cruzamiento.

Al analizar en forma conjunta los caracteres a la faena con la técnica mutivariada de componentes principales, se observó que de las cuatro componentes generadas por el modelo, las dos primeras explicaron el 85% de la variancia fenotípica total. Dado que las correlaciones de cada componente con cada una de las variables originales, indican que el principal aporte al valor de dichas componentes proviene del rendimiento a la faena (PC1) y de la proporción de pechuga (PC2), puede interpretarse que las principales diferencias entre las aves de los seis cruzamientos experimentales residen en dichas variables, en tanto la grasa corporal y la proporción de pata-muslo aportan principalmente a las dos componentes restantes (PC3 y PC4) que explican comparativamente una baja proporción -8% y 7%, respectivamente- de la variancia observada. La distribución de los valores correspondientes a la totalidad de las aves de los seis grupos genéticos en el plano cartesiano definido por las dos primeras componentes principales no permitió reconocer agrupamientos significativos en tanto se observaron individuos de todos los genotipos en todos los cuadrantes, hecho particularmente evidente en el caso de los cruzamientos de tres vías y de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, en tanto los cruzamientos simples tendieron a ubicarse mayoritariamente a la derecha del plano. Este comportamiento pone en evidencia el aporte a la variancia fenotípica total del rendimiento y la proporción de pechuga sin que sea posible asociar valores particulares de uno u otro carácter a un grupo genético en particular. Pese a ello, al considerar los valores promedio de cada grupo los correspondientes a los dos cruzamientos simples se ubicaron hacia la derecha en forma coincidente con su mayor rendimiento a la faena y al signo positivo de la asociación de dicha variable con la primera componente. Los valores promedio correspondientes a los cuatro cruzamientos restantes presentaron una localización coincidente si se toma como referencia el valor de la abscisa -rendimiento a la faena- pero tendieron a diferenciarse con respecto al valor de la segunda componente, es decir a la proporción de pechuga. En este caso, los valores extremos correspondieron a los cruzamientos recíprocos con mayor proporción de pechuga para Caseros I y menor para Caseros II, mientras que los cruzamientos de tres vías presentaron valores similares e intermedios.

La reiteración de esta modalidad de análisis tomando en cuenta la relación entre la primera y la tercera componente reiteró, como es lógico el ordenamiento horizontal, pero introdujo variantes con respecto a la ordenada que, en este caso se vincula con la proporción de grasa. Los cruzamientos simples, si bien a la derecha del plano por su algo mayor rendimiento a la faena, se distancian entre sí localizándose en promedio CP en el cuadrante superior y CR

en el inferior coincidentemente con diferencias en la proporción de grasa (> en Casilda CP). Algo similar ocurre con los cruzamientos de tres vías, ambos a la izquierda del plano dado su menor rendimiento a la faena, pero Casilda DM en el cuadrante superior (> contenido de grasa) y Casilda DT en el inferior. Caseros I y Caseros II mantienen su ubicación relativa si bien próximos entre sí. La inclusión de la cuarta componente vinculada con la proporción de muslo disminuye las diferencias entre los cuatro grupos localizados a la izquierda del plano (cruzamientos de tres vías y cruzamientos recíprocos) y diferenciados de los cruzamientos simples (lado derecho) por su menor rendimiento a la faena (vinculado con PC1), en tanto este corte fue el que presentó menores diferencias entre los diferentes grupos.

Al considerar la distribución en el plano cartesiano de los valores correspondientes a todas las aves en relación al comportamiento conjunto de la segunda y la tercera componente, vinculadas con la proporción de pechuga y el contenido de grasa abdominal, respectivamente, permitió observar que el cruzamientos recíproco Caseros I (máximo valor positivo) y los cruzamientos simples, tendieron a ubicarse mayoritariamente a la derecha del plano (mayor proporción de pechuga), mientras que los cruzamientos de tres vías más próximos a Caseros II (máximo valor negativo) se ubicaron a la izquierda del plano cartesiano en forma coincidente con su menor proporción de pechuga a la faena. En relación a los valores de la tercera componente vinculada con la proporción de grasa abdominal, un miembro de cada par de cruzamiento (Caseros II, Casilda DT y Casilda CR) con valores promedio negativos de la tercera componente (menor contenido de grasa), se ubicó mayoritariamente por debajo del plano (los dos primeros grupos a la izquierda y Casilda CR a la derecha, en función de su proporción de pechuga), mientras que los tres grupos restantes (Caseros I, Casilda CP y Casilda DM) se situaron en los cuadrantes superiores, los dos primeros a la derecha (mayor proporción del corte) y el último grupo a la izquierda de la ordenada (acorde a su menor proporción de pechuga).

La inclusión de la cuarta componente (PC4) -asociada negativamente con la proporción de pata-muslo de las aves- en su relación con la segunda (PC2) -vinculada con la proporción de pechuga- permitió visualizar a los grupos más diferenciados en el sentido izquierda derecha (pechuga) que en el correspondiente a la ordenada (pata-muslo), patrón consistente con las diferencias observadas a nivel univariado. Caseros I y Casilda DT, con valores promedio negativos extremos-coincidentes con su mayor proporción del corte- se ubicaron en los cuadrantes inferiores del plano cartesiano mientras que Casilda CP (mayor valor positivo

promedio dada su menor proporción de pata-muslo) y Casilda CR, lo hicieron en los cuadrantes superiores del mismo. Los cruzamientos Casilda DM y Caseros II, diferenciados en escasa magnitud por su proporción de pata-muslo, se ubicaron a la izquierda, algo distanciados por su proporción de pechuga.

Finalmente, la consideración conjunta de las componentes PC3 (contenido de grasa abdominal en abscisa) y PC4 (proporción de pata-muslo en ordenada) mostró menor diferenciación de los grupos genéticos, con una mayor concentración de los valores promedio de los componentes cercanos a la intersección de los ejes de coordenadas. No obstante, los cruzamientos simples y Caseros II se ubican en los cuadrantes superiores dada su algo menor proporción de pata-muslo, diferenciándose Casilda CP, a la derecha del plano por su mayor proporción de grasa abdominal (PC3) y su mayor valor positivo promedio de PC4 (menor proporción de pata-muslo) mientras que los otros tres grupos, se ubicaron en el plano inferior, diferenciándose Casilda DT (izquierda del plano) por su menor contenido de grasa y junto con Caseros I por sus valores negativos extremos – mayor proporción- de pata-muslo.

Los agrupamientos observados en función de las diferentes combinaciones de las componentes generadas por la técnica de componentes principales, en concordancia con los resultados generados por los análisis univariados, demuestran que las variables con mayor capacidad de diferenciación de los grupos genéticos estudiados, fueron el rendimiento a la faena, que separó por su mayor valor a los cruzamientos simples del resto de los genotipos, y la proporción de pechuga, que diferenció a los cruzamientos simples y a Caseros I del resto. El resto de las variables consideradas, con algunas particularidades, diluyeron las diferencias entre las poblaciones estudiadas.

La aplicación del análisis discriminante a los caracteres a la faena, en los seis cruzamientos experimentales, puso en evidencia errores de asignación que fueron, en orden creciente, del 38,6 % para los cruzamientos simples, 44,3% para los cruzamientos de tres vías y del 55,7% para los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR. Además de la relativa incapacidad de los caracteres mencionados para diferenciar a los diferentes grupos genéticos en tanto, en forma global, los errores de asignación alcanzan valores del 60%, estos valores ponen en evidencia una mayor similitud entre Caseros I y II que entre Casilda CP y Casilda CR o que entre Casilda DT y Casilda DM. Las tres primeras componentes canónicas explicaron, en conjunto, prácticamente la totalidad (99,93%) de la variancia global, correspondiendo un 56,4% a la primera, un 34,0% a la segunda componente y un 10,7% a la

tercera. Los valores de las correlaciones entre las variables analizadas y las componentes canónicas, mostraron que la primera componente canónica se asoció en forma positiva y significativa con la proporción de pechuga con hueso y con la proporción de grasa abdominal y, en menor medida, con el rendimiento. La segunda componente canónica se correlacionó en forma positiva y significativa con la proporción de pata-muslo y con la proporción de grasa abdominal y en forma negativa y significativa con el rendimiento a la faena. La tercera componente canónica, por su parte, se asoció en forma positiva y significativa con los valores de los dos cortes de interés carnicero y negativa y significativamente con la proporción de grasa abdominal. Es decir que las aves con mayor contenido de pechuga de acuerdo a los valores de la primera componente canónica y de mayor contenido de pata-muslo según la segunda componente presentan, en ambos casos, mayor contenido de grasa, una asociación desfavorable desde un punto de vista productivo, a diferencia de lo indicado por la tercera componente canónica que asocia las proporciones de pechuga y pata-muslo con bajos contenidos de grasa y, si bien la misma representa una proporción muy baja de la variancia total, pone de manifiesto la existencia de variancia para proporción de cortes valiosos no necesariamente asociada a una respuesta positiva en el nivel de engrasamiento. Otra diferencia a hacer notar es la correlación con el rendimiento a la faena que es de signo positivo en el caso de la primera componente canónica asociada a la pechuga y negativa en el caso de la segunda componente canónica asociada a la proporción de pata-muslo lo que permite predecir un aumento del rendimiento al aumentar la proporción de pechuga con hueso y un efecto detrimental sobre el mismo al aumentar la proporción de pata-muslo. Sin embargo, la tercera componente canónica no se asoció con el rendimiento, lo que implica que la misma discrimina a aves con mayor o menor proporción de pechuga y pata muslo pero con menor contenido de grasa y similar rendimiento a la faena.

Los valores promedio de la primera componente canónica no difirieron para los cruzamientos simples pero sí entre los dos cruzamientos de tres vías (Casilda DT < Casilda DM) y entre los cruzamientos recíprocos entre los dos cruzamientos simples (Caseros I > Caseros II) dadas sus diferencias en la proporción de pechuga que los ubica en el lado izquierdo (Casilda DT y Caseros II menor proporción del corte) o derecho (Casilda CP y Caseros I con mayor proporción) del plano cartesiano definido por las dos primeras componentes.

Los dos cruzamientos simples y los de tres vías, no se diferenciaron significativamente entre sí, en el valor promedio de la segunda componente canónica (relacionada con la

proporción de pata-muslo y grasa) y ambos presentaron mayores valores (mayor proporción) que Casilda CP y Casilda CR, ubicados más abajo en el cuadrante (con menor proporción de esas variables y mayor rendimiento a la faena). Caseros I y II se diferenciaron significativamente en el valor promedio de esta componente (Caseros I > Caseros II), acorde con sus discrepancias en el contenido de grasa y proporción de pata-muslo, diferenciándose significativamente Caseros I (área superior del plano, mayores mayores) de los cinco grupos restantes (ubicados más próximos a la abscisa en el plano) mientras que Caseros II, con menor proporción de grasa abdominal y pata-muslo, no se diferenció ni de los cruzamientos simples ni de los dos cruzamientos de tres vías. Los grupos no se diferenciaron en el valor promedio de la tercera componente canónica la que si bien está asociada positivamente con los cortes y negativamente con grasa abdominal, explica una baja proporción de la variancia global observada entre los grupos genéticos para esas variables.

Finalmente, los seis cruzamientos experimentales fueron sometidos a un ensayo de faena seriada, estrategia experimental tendiente a aportar una visión dinámica del comportamiento de los componentes considerados. Este enfoque es potencialmente valioso en la medida que el principal indicador utilizado para tornar operativa la variable crecimiento en las especies de interés productivo es el peso corporal, como así también si se considera que las expresiones “selección por rápido crecimiento” y “selección por crecimiento lento” rara vez significan “selección por alta o baja ganancia de peso” sino más bien “selección por alto o bajo peso corporal a una edad dada”, sumado al hecho que, al ser el peso corporal un carácter complejo, el peso corporal a una edad dada puede ser considerado como un índice selectivo que incluye a todos los componentes corporales, tanto química como anatómicamente hablando (Decuypere *et al.*, 2003).

En la avicultura de carne, el patrón global de crecimiento, el desarrollo de los órganos internos y las características de la carcasa, han sido extensamente estudiado por numerosos autores (Becker *et al.*, 1984; Orr y Hunt, 1984; Li *et al.*, 2006) en diferentes edades cronológicas (Chambers, 1990). No obstante, dadas las divergencias en la dinámica de crecimiento y de peso corporal maduro entre diferentes poblaciones, las comparaciones a un mismo peso corporal se consideran una mejor estimación que a la misma edad cronológica, al relacionar el crecimiento con otros procesos fisiológicos del ave (Calder, 1982).

El crecimiento muscular es uno de los factores de mayor importancia económica en este tipo de producción y, en este sentido, se considera deseable una carcasa que presente una

máxima proporción de músculo, una mínima proporción de huesos y una óptima proporción de grasa en función de las tendencias del mercado (Shahin y Elazeem, 2005). Como se mencionó previamente, la relación músculo:hueso aumenta con la edad de faena, habiéndose informado valores para la misma de 1,31 a los 35 y de 1,57 a los 60 días de edad (Perreault *et al.*, 1992). Se ha informado, también, que el genotipo, la edad, la dieta y el sexo de las aves, son factores de importancia en la determinación de la composición química de su carne y particularmente del contenido de proteínas y grasas (Summer y Leason, 1985; Leenstra, 1986; Liu *et al.*, 2006). Perreault y Leeson (1992) evaluando componentes de la carcasa en machos de líneas comerciales de pollos, observaron que entre los 21 y los 70 días de edad el porcentaje de proteína de la carcasa eviscerada se redujo en un 19,6% mientras que el de grasa aumentó en un 14,4% siendo la grasa abdominal el componente que presentó la tasa de crecimiento más acelerada seguida por la pechuga, los muslos y las patas. Se han comunicado marcadas diferencias en la distribución de músculo y de grasa entre aves doble propósito y líneas comerciales de carne (Abdallah *et al.*, 1990; Shahin *et al.*, 1990) como así también en la proporción de tejido óseo entre poblaciones de diferente origen (Shahin *et al.*, 1996). Los mismos autores comunicaron variaciones en la composición de la carcasa y en las relaciones músculo:hueso y músculo:grasa entre poblaciones, atribuyéndolas a diferencias en el grado de madurez de las aves o bien a morfologías particulares de la carcasa (Pandey *et al.*, 1985) resultados consistentes con los informados por Shahin y Elazeem (2005).

La pechuga, el muslo y la pata del ave son los componentes de mayor rendimiento a nivel de la carcasa y los cortes preferidos por la mayoría de los consumidores (Broadvent *et al.*, 1981). La relación músculo:hueso antes citada es un predictor importante del contenido de músculo en la carcasa y al respecto, un estudio comparativo de dicha relación entre el antecesor silvestre del pollo -Red Jungle Fowl- y una población de aves comerciales actuales (Shahin y Elazeem, 2005) mostró una elevada relación músculo:hueso en el antecesor, posiblemente asociado a las diferencias en la función muscular de cada genotipo en los contrastantes habitats en que se desarrollaron uno y otro, en relación a la competencia por alimento, evasión de predadores, crecimiento y reproducción (Vidyadaran, 1987). En esta comparación, el peso del corazón, del hígado y de la molleja, fue superior en el broiler industrial lo que podrían estar asociado, en el caso de los dos primeros órganos, a la intensa actividad circulatoria exigida, y a la excesiva deposición de grasa y alta tasa de lipogénesis (Hood y Pym, 1982) en el caso de la molleja. Diversos autores (Kawahara y Saito, 1976; Toelle *et al.*, 1991) informaron una alta

correlación positiva entre el peso del hígado y el peso corporal total vinculada posiblemente a las diferencias en las tasas de crecimiento entre poblaciones que exigen progresivas adaptaciones de los órganos a dichas demandas.

Asimismo se han mencionado efectos del genotipo (Orr *et al.*, 1985; Pandey *et al.*, 1985; Mendes *et al.*, 1994; Hristakieva *et al.*, 2014) en el rendimiento de la carcasa de las aves. Este carácter, muestra valores (Guenter *et al.*, 1995) que oscilan entre 60 y 80% y que pueden atribuirse a diferencias en las edades de faena y en la manipulación de la canal, lo que exige considerar estos factores para obtener valores más uniformes. Por otra parte, el conocimiento de los patrones de comportamiento de los órganos viscerales en relación a la edad del ave, también aporta elementos que facilitan la comprensión de los factores involucrados en el rendimiento de la carcasa. Un estudio (Bogosavljevic-Boskovic *et al.*, 2006) de los efectos del sexo y de sistemas de crianza no convencional (en libertad y semilibertad) sobre la proporción de cortes valiosos y de sus tejidos (piel, músculo y hueso) en aves de ambos sexos de un cruzamiento comercial faenado a los 56 días de edad, no mostró diferencias significativas entre las modalidades de manejo sobre la proporción de cortes de la carcasa ni de sus componentes, si bien los machos presentaron a la faena, carcasas más pesadas y mayor proporción de pata-muslo y de hueso en los tres cortes de valor carnicero respecto de las hembras, con ausencia de interacción manejo x sexo significativa, para los componentes evaluados.

Los resultados provenientes del experimento de faena seriada que incluyó el sacrificio a intervalos semanales entre los 7 y los 84 días de edad de individuos de los seis cruzamientos experimentales evaluados, permitió constatar que los tres tipos de cruzamientos –simples, de tres vías y recíprocos– presentaron, en términos generales, similitud en los patrones de comportamiento de los diferentes componentes de la carcasa por lo que pudieron ser evaluados como un único grupo, a excepción de la pata que mostró diferencias en el caso de los cruzamientos recíprocos.

A la edad de faena, la proporción de pechuga mostró valores prácticamente asintóticos en los cruzamientos de tres vías y una tendencia creciente en los cruzamientos simples (CP y CR) y en los cruzamientos recíprocos entre ellos (Caseros I y II), acorde con los resultados provenientes del análisis estático que evidenció mayor proporción de este corte en dichos genotipos, si bien este último permitió diferenciar a Caseros I, con mayor proporción de pechuga, de Caseros II, con menor proporción del mismo. En el caso de la pata y del muslo, tanto considerados en forma conjunta como por separado, los mismos alcanzan su asíntota a la

edad de faena, si bien con diferencias en la proporción del corte entre los grupos en tanto Caseros I y Casilda DT presentaron mayor proporción que los cruzamientos simples, mientras que la contribución tanto del ala como del resto de la carcasa aún continúa aumentando a dicha edad. La dinámica observada permitiría predecir que de prolongar la fecha de faena superando el límite máximo de 90 días fijado por el protocolo de producción de pollos camperos (Bonino, 1997), en los cruzamientos recíprocos y en los cruzamientos simples podría tenerse aún cierta ganancia en cuanto a la proporción de pechuga; el otro componente con valor carnicero -pata y muslo- no modificaría mayormente su aporte al peso total, mientras que se incrementaría la representación de las alas y el resto de la carcasa sobre este último, dado su patrón lineal creciente.

En relación a la proporción de carcasa se observó un patrón lineal estable en los cruzamientos simples y en los cruzamientos recíprocos entre ellos o un comportamiento creciente en el caso de los cruzamientos de tres vías, sin diferencias significativas en las pendientes entre Casilda DT y Casilda DM. Dicha dinámica, podrían evidenciar los resultados obtenidos a la edad de faena en el análisis estático, con una proporción de carcasa algo mayor para los cruzamientos de tres vías en relación al resto de los grupos que no se diferenciaron para el carácter.

Los resultados observados para el contenido de grasa abdominal, por su parte, demostraron un comportamiento lineal creciente con diferencias significativas en las pendientes según las comparaciones, logrando su máximo valor en el caso de Caseros I y mínimo en el caso de Casilda DT. Este comportamiento, fue consistente con los derivados del análisis estático a la faena, edad en que Caseros I y los cruzamientos simples superaron a Casilda Doña Teresa y a Caseros II en el contenido de grasa, siendo a su vez este componente, el que evidenció mayor variación entre los grupos evaluados. En las comparaciones dentro de cada tipo de cruzamiento, las tendencias del enfoque dinámico para el contenido de grasa a la faena, revelaron diferencias significativas entre los dos miembros de cada par de cruzamientos: Casilda CR > Casilda CP, Casilda Don Manuel > Casilda Doña Teresa y, Caseros I > Caseros II, en el mismo sentido que el evidenciado por el análisis estático, salvo en el caso de los cruzamientos simples, en los que Casilda CP superó a Casilda CR y no a la inversa.

Los patrones de comportamiento observados considerando el peso relativo de los órganos internos - hígado, corazón y molleja- en función de la edad, fueron decrecientes y en general, parecieran haber alcanzado su asíntota inferior, a las 12 semanas de edad con la posible

excepción del peso relativo del hígado en los cruzamientos simples. Estos resultados son consistentes con los informados por Omojola *et al.* (2004) en evaluaciones de poblaciones comerciales, en relación a los altos pesos de esos órganos con gran actividad metabólica en faenas a edades tempranas y a los significativamente bajos en edades avanzadas, asociados con una disminución de la tasa metabólica y una mayor proporción de la carcasa del ave. El hígado y el corazón presentaron patrones comunes para las dos combinaciones de cada par de cruzamientos mostrando similitudes en sus trayectorias globales mientras que la molleja, presentó patrones particulares para cada genotipo asociadas o no a diferencias en los valores de los parámetros.

La consideración del comportamiento de los tres componentes de cada corte permitió observar que, en todos ellos, la piel representa una proporción cada vez menor del corte alcanzando en el caso de la pechuga valores asintóticos a la máxima edad evaluada y manteniendo la tendencia decreciente en el caso de la pata y el muslo dado el comportamiento lineal del decaimiento, a excepción de la piel de la pata en Caseros I que mantiene valores aproximadamente estables en todo el período considerado. El componente muscular del corte, de mayor valor comercial, evidenciaría su máxima proporción en el caso de los cruzamientos simples y en Caseros I, genotipos que de acuerdo a los resultados del análisis estático a la faena presentaron, en el caso particular del corte de pechuga, la mayor proporción. No obstante, dicho tejido mantendría aún cierta tendencia creciente en los cruzamientos de tres vías y en Caseros II, grupos que, evaluados al momento de faena, presentaron la menor proporción pechuga.

Al considerar la tendencia del componente muscular en la pata y el muslo, por separado, se observa que este último se estabiliza aproximadamente en la mitad de su recorrido, por lo que los incrementos posteriores del corte conjunto estarían asociados al comportamiento lineal creciente del músculo de la pata, dinámica que, de acuerdo al análisis transversal a la faena, diferenció a Caseros I y a Doña Teresa, como genotipos con la mayor proporción de este corte, y a los cruzamientos simples CP y CR con la menor proporción, quedando el resto de los grupos con valores intermedios del mismo.

Finalmente la proporción de hueso en cada uno de los tres cortes presentó un comportamiento decreciente, con algunas variantes según los genotipos y tipo de cortes, ya que (a) la proporción se estabiliza en sus valores en los cruzamientos simples y de tres vías en el caso del hueso de la pechuga y el muslo y (b) la proporción continúa decreciendo -en ambos

cruzamientos recíprocos- para los tres cortes y, en todos los genotipos, en el caso del hueso de la pata.

Pese a las diferencias mencionadas en algunos de los patrones dinámicos específicos, y a excepción de la proporción de grasa corporal y del aporte proporcional de la molleja, caracteres que presentaron trayectorias temporales propias para cada grupo genético, los distintos grupos, aún con sus particularidades no presentan comportamientos que permitan diferenciarlos de manera taxativa.

CONCLUSIONES

El pollo Campero INTA fue desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria a partir del cruzamiento de un conjunto de poblaciones sintéticas maternas y paternas generadas en dicha institución. De acuerdo con Godínez *et al.* (2006) la denominación “pollos camperos” comenzó a ser utilizada en Latinoamérica en relación a un tipo particular de recurso zoogenético con un ciclo de producción de mayor duración que el del pollo de carne destinado a la producción industrial, capaz de ser mantenido en forma extensiva con una alimentación alternativa y con características organolépticas particulares que lo hacen más atractivos para el consumo. El hecho de que sea criado en sistemas de manejo en semi-libertad, suma por un lado valor añadido al producto final y, por otro, brinda respuesta a la preocupación actual de ciertos consumidores por aspectos vinculados con el bienestar animal. Si bien el pollo Campero se considera un tipo de ave de crecimiento lento, dicha denominación se justifica en forma relativa a la dinámica de crecimiento de las diferentes variantes genéticas de parrilleros comerciales, que alcanzan el peso objetivo de faena a una menor edad cronológica en tanto su tasa de ganancia de peso supera ampliamente a la mostrada por el antiguo pollo de campo.

En este trabajo, se plantea la evaluación integral de una serie de cruzamientos simples, de tres vías y recíprocos entre estirpes de razas asimiladas, pesadas y semipesadas, propias del Núcleo Genético de la Sección Aves de la EEA “Ing. Agr. Walter Kugler” de INTA, como alternativa al clásico cruzamiento simple entre poblaciones sintéticas utilizado para producir la versión tradicional del pollo Campero INTA.

Dado el tipo de material genético utilizado, las tres estrategias ensayadas para la generación de un producto final campero facilitarían, si así fuera necesario, abrir las poblaciones progenitoras incorporando al Núcleo reproductores de las razas intervinientes, brindando la oportunidad de revertir posibles deterioros observables en la actualidad en las poblaciones sintéticas progenitoras de la versión tradicional del pollo Campero INTA las que, por mantenerse cerradas y con bajo tamaño efectivo, ven erosionada su variabilidad genética por procesos asociados a la deriva a la vez que se ven afectadas por la depresión derivada de los procesos dispersivos de naturaleza endogámica.

La caracterización de los diferentes tipos de cruzamientos incluyó aspectos vinculados con el crecimiento dimensional, la eficiencia alimenticia, la conformación corporal y los caracteres a la faena.

La utilización de tres modalidades de aproximación a la caracterización dinámica del crecimiento dimensional, posibilitó diferenciar a los tres tipos de cruzamientos evaluados. En

relación al patrón de crecimiento peso corporal versus edad cronológica, cada modalidad de cruzamiento presentó particularidades distintivas e, independientemente de las diferencias observadas en el comportamiento de la población de referencia, en los tres casos –cruzamientos simples, de tres vías y recíprocos- y restringiendo la comparación al período de control efectivo comprendido entre el nacimiento y los 84 días edad, los cruzamientos experimentales presentaron menor peso corporal que Campero INTA. Asimismo, si se considera un peso objetivo de 2500 g, y haciendo referencia al comportamiento observado para el aumento de biomasa en función de la edad en relación al genotipo de referencia, en términos generales, las poblaciones experimentales propuestas, no alcanzaron el peso objetivo de faena a la menor edad permitida por el protocolo de producción (75 días) y, en consecuencia, requirieron ser faenados a mayor edad. Los cruzamientos simples Casilda CP y Casilda CR, ambos con 50% de genes Cornish Blanco, se caracterizaron por presentar un bajo peso corporal asintótico y una elevada tasa de maduración para el carácter o, lo que es lo mismo, una elevada velocidad para alcanzar dicho peso por lo que, si se establece un peso objetivo de 2,5 kg y dadas las restricciones impuestas por el protocolo de producción en relación a las edades mínima y máxima de sacrificio, deberían ser faenados prácticamente en su asíntota de peso corporal, es decir, prácticamente con una madurez del 100% y un peso menor. Los cruzamientos de tres vías Casilda DT y Casilda DM, ambos con 25% de genes Cornish Blanco, con pesos asintóticos algo mayores y menor tasa de maduración que los cruzamientos simples se faenaron al peso objetivo, a la máxima edad permitida por el protocolo. Por último, las poblaciones Caseros I y Caseros II derivadas de los cruzamientos recíprocos entre Casilda CP y Casilda CR, con el mayor peso corporal asintótico y una tasa de maduración promedio para el carácter similar a la de los híbridos de tres vías, podrían faenarse a una edad cronológica menor y, dado que su peso asintótico teórico duplica el peso objetivo de faena, presentarían, en el momento de faena, una madurez cercana al 50%. La consideración de la madurez de las aves de cada grupo genético al momento de la faena introduce un nuevo elemento a tener en cuenta dado el impacto que el costo del alimento tiene en estos sistemas y la mayor relación de conversión que presentan las aves de menor velocidad de crecimiento en comparación con el broiler industrial.

Con respecto al patrón de crecimiento de la longitud del tarso/metatarso versus la edad cronológica y del peso corporal versus la longitud del tarso-metatarso, y considerando que dado un conjunto de aves aptas para la producción de carne, la relación biomasa a sustentar-base ósea de sustentación debe permitir un desarrollo armónico que no comprometa el bienestar animal,

puede afirmarse que, en principio, los seis grupos experimentales evaluados cumplen con esa condición y la trascendencia de las diferencias observadas entre ellos se reduce a los posicionamientos relativos de unos respecto de los otros. Con respecto al comportamiento de la longitud de la caña Campero INTA presentó, en todas las comparaciones, mayores valores que las aves provenientes de los cruzamientos experimentales durante el período de control indicando un mejor desarrollo relativo del esqueleto que los otros dos grupos contemporáneos, hecho que podría ser, en principio, vinculado con la presencia de genes de origen Cornish Blanco en estos últimos. El menor valor de la asíntota combinada de los cruzamientos simples y de tres vías se logra a expensas de una menor asíntota de peso, con valores similares entre ambos grupos y una mayor longitud asíntótica de la caña en el caso de los cruzamientos de tres vías. En el caso de los cruzamientos recíprocos, el elevado valor de la asíntota combinada resulta de su mayor peso corporal asíntótico con longitud de la caña en la madurez similar a la de las dos poblaciones que le dan origen (Casilda CP y Casilda CR). Caseros II presentaría un comportamiento algo más ventajoso en tanto presenta una asíntota para peso corporal mayor que Caseros I y una asíntota combinada menor. La caracterización multivariada -análisis de componentes principales- de los seis grupos genéticos en base a los valores de los estimadores de los parámetros con significado biológico derivados de las tres modalidades de ajuste de los indicadores dimensionales puso en evidencia agrupamientos coincidentes con los tres grupos de cruzamientos en estudio. Por su parte, la aplicación del análisis discriminante canónico a los mismos datos puso en evidencia la similitud del comportamiento de los cruzamientos simples entre sí, de los cruzamientos de tres vías entre sí y de los cruzamientos recíprocos entre sí, a la vez que las diferencias entre ellos, en tanto el 94% de las combinaciones simples, el 96% de las combinaciones de tres vías y el 90% de los cruzamientos recíprocos entre las combinaciones simples fueron asignados a su respectivo grupo de pertenencia. En términos generales, todos los grupos evaluados presentan buena uniformidad al nacimiento, hecho importante en relación con la inmadurez de los sistemas de termorregulación propia de los pollitos. Los cruzamientos recíprocos presentaron mayor desuniformidad al final de la cría, así como al momento de la faena, hecho posiblemente asociado a su mayor tasa de crecimiento. Si bien la uniformidad a la edad de faena es un requisito de importancia en el caso de la avicultura industrial dada la naturaleza mecanizada de esta etapa no tiene igual trascendencia en la avicultura alternativa en tanto la faena suele hacerse en función de la venta y, por ende, dentro del intervalo de edades

permitido, pueden faenarse primero las aves de mayor tamaño y, posteriormente, las de menor tamaño.

En el lapso en el que se llevó a cabo la comparación de la eficiencia alimenticia y las variables asociadas que determinan su valor (42-63 días), los cruzamientos de tres vías presentaron el menor peso corporal promedio seguidos de los cruzamientos simples y, por último, con el mayor peso corporal a mantener, se ubicaron los cruzamientos recíprocos. Ajustado a un peso corporal común, el aumento medio diario de peso mostró un ordenamiento similar: cruzamientos de tres vías > cruzamientos simples > cruzamientos recíprocos. La menor eficiencia alimenticia observada en los cruzamientos simples coincide con el hecho de ser los grupos genéticos con mayor madurez, es decir, los que han recorrido la mayor parte de su camino al peso asintótico y, por ende, presentan menores ganancias de peso en tanto, dado la naturaleza sigmoidea del patrón de crecimiento, se encuentran en la porción final de la etapa post-inflexión. Los grupos restantes, por el contrario, han recorrido aproximadamente el 60% de la trayectoria hacia el tamaño maduro por lo que aún se encuentran transitando una etapa de crecimiento activo. Las diferencias en eficiencia observadas entre los cruzamientos de tres vías y los cruzamientos recíprocos -favorables a los primeros- no dependerían del grado de madurez alcanzado, en tanto los primeros fueron algo más maduros, sino a su menor consumo medio diario de alimento. Independientemente de estas particularidades, los valores de relación de conversión calculados se encuentran, en todos los casos, dentro del rango de los observados en otros cruzamientos experimentales planteados como alternativas a la versión tradicional de Campero INTA y son muy superiores a los propios de la avicultura industrial.

El tercer aspecto evaluado fue la conformación corporal tomando en consideración que los diferentes tipos de producción se asocian con conformaciones fácilmente identificables como son los casos paradigmáticos de la producción de carne y leche bovina o de la producción de carne y de huevos en avicultura. Considerando que los genotipos experimentales evaluados se faenaron a un peso objetivo, dado que en todas las comparaciones el genotipo de referencia Campero INTA tradicional presentó menor edad al peso objetivo de faena que las aves de los cruzamientos experimentales contemporáneos y dadas las tendencias observadas en las diferentes variables analizadas en función de la edad, puede predecirse que las diferencias de conformación observadas entre los grupos genéticos cuando se los compara a igual edad cronológica, tenderían a hacerse menos significativas o no significativas, en el marco de comparaciones a igual peso corporal (conformación pre-faena), por lo que los cruzamientos

experimentales propuestos como alternativa frente a Campero INTA no mostrarían reales diferencias de conformación frente a este último. En términos generales, los agrupamientos generados por el análisis de componentes principales así como los bajos errores de asignación de las aves a sus respectivos grupos de origen observado en el análisis discriminante, pusieron en evidencia que además de la menor velocidad de crecimiento exigida por el protocolo de producción, las aves camperas, con patas más largas y cuerpo más estilizado, presentan una conformación longilínea que las identifica como tales y las hace diferenciables de la conformación más compacta, de menor desarrollo óseo y mayor musculatura, que caracteriza a los híbridos industriales.

En cuanto a la calidad del producto obtenido, en general, las aves con menor porcentaje de agua y más magras se asocian a determinados tipos genéticos de crecimiento lento y criados en sistemas de semi-libertad. La comparación de los seis cruzamientos experimentales con respecto a los caracteres de trascendencia productiva a la faena ajustados a un peso corporal común puso en evidencia la similitud existente entre los mismos. El único componente que evidenció mayor variación fue el contenido de grasa respecto del cual, incluso en cada tipo de cruzamiento, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos miembros de cada par (cruzamientos simples: Casilda CP > Casilda CR; cruzamientos de tres vías: Casilda DM > Casilda DT; cruzamientos recíprocos entre los cruzamientos simples: Caseros I > Caseros II).

Se puede concluir, por lo tanto que, si bien con algunas diferencias puntuales, no se observaron particularidades de trascendencia entre los diferentes cruzamientos experimentales ensayados más allá de las ya mencionadas vinculadas al patrón dinámico del peso corporal y que fueron las de mayor trascendencia.

A nivel productivo, el análisis de la eficiencia de la producción física lograda en el sistema no debe restringirse a alcanzar una relación de conversión objetivo -aunque la disminución de la relación de conversión del alimento en biomasa sea, en principio, deseable- sino a incluir en dicho análisis a todas aquellas variables que determinan finalmente la mejor relación costo/beneficio. Aunque la genética constituye un factor de importancia, los resultados técnicos y económicos surgen de la interacción de múltiples factores que en algunos casos resulta difícil predecir y modelizar. En la medida en que el mercado esté dispuesto a pagar por un producto diferenciado -tanto en peso como en calidad- y si se ajustan algunas técnicas de manejo que la prolongación del ciclo de producción exige -sanidad, flujo de ingreso,

permanencia y egreso de las aves, tiempo de descanso de las instalaciones, eventuales ajustes en la dieta, etc.- el criterio de productividad puede modificarse y ajustar un modelo más eficiente para este tipo genético.

La producción animal a escala familiar se ha extendido en los últimos años como una alternativa importante para satisfacer demandas nutricionales tanto en zonas rurales como urbanas. En los países en desarrollo constituye una opción para la seguridad alimentaria y, en tal sentido, se ha planteado (FAO, 2002) la posibilidad de superar ciertas situaciones relacionadas con la alimentación de grupos humanos en situación de precariedad mediante opciones de producción animal a pequeña escala basadas en insumos no tradicionales disponibles localmente. La avicultura no especializada o de traspatio constituye una fuente de proteína de alto valor biológico y, según estimaciones de la FAO (2002), representa hasta el 70 % del total de la producción de huevos y carne en los países de bajos ingresos y con escasez de alimentos. En palabras de Pampín Balado *et al.* (2011a) en las zonas rurales económicamente marginales, la avicultura de traspatio constituye un elemento común de los sistemas agrícolas mixtos, existiendo 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. La disponibilidad de pollitos de un día provenientes de una genética adaptada a las condiciones de producción comunes en dichos sistemas, con mayor rusticidad y alimentados muchas veces, como se puntualizó previamente, con raciones que incluyen ingredientes no tradicionales de origen local, puede constituir una ventaja estratégica como motor para el desarrollo de la avicultura en esas comunidades, transformándola en una actividad capaz de asegurar una provisión de proteína de buena calidad a un costo aceptable a una franja de la población con necesidades básicas en muchos casos insatisfechas.

Si bien en nuestro país la cría de pollos camperos se presenta como una potencial estrategia de diversificación de pequeños productores dispuestos a aprovechar un nicho particular del mercado actualmente en expansión, vinculado con consumidores preocupados por la modalidad de producción de los alimentos que consumen en términos, entre otras cuestiones, de bienestar animal, el principal destino de los pollos camperos generados por INTA es el Programa Prohuerta, una propuesta vinculada con la seguridad alimentaria de sectores de la población con escasos recursos orientada a promover alternativas productivas agroalimentarias generadoras de ingresos y fuentes de trabajo.

El Componente Aves de dicho programa presenta una estructura piramidal integrada por un Núcleo Genético de abuelos ubicado en la EEA Pergamino, que produce los reproductores que se multiplican en distintas provincias del país. Los multiplicadores producen los pollitos BB que se entregan, previa capacitación, a los destinatarios del Programa, en un intento de reinsertar a familias de escasos recursos en el ámbito laboral y promover la avicultura orgánica para autoconsumo y venta en pequeña escala. La capacitación se basa en normas generales para la crianza de aves a nivel familiar y en el aprendizaje y aplicación de normas de bioseguridad tendientes a obtener un alimento de calidad. Además del pollo Campero INTA tradicional, los diferentes cruzamientos experimentales ensayados han mostrado cumplir con los requisitos establecidos en el protocolo respectivo razón por lo cual pueden considerarse opciones alternativas a ser incluidas como oferta en el marco del programa. Tomando en cuenta el hecho que en dichos cruzamientos intervienen las estirpes de razas semipesadas propias del Núcleo utilizadas tradicionalmente para la producción de ponedoras, los mismos representan opciones que contribuyen a un uso más eficiente de esas poblaciones a la vez que amplían el abanico de productos ofrecidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Abasht B, Dekkers JCM, Lamont SJ. Review of quantitative trait loci identified in the chicken. *Poult Sci* 2006; 85 (12):2079–96.
- 2.- Abdallah OY, Shahin KA, Shemeis AR. Genetic influences on growth and distribution of muscle, lean and edible meat in fowl carcasses. *Archiv für Geflügelkunde* 54. 1990; 218-23.
- 3.- Abdellatif MA. Genetic study on Dandarawy chickens. II. Heritability of live and carcass measurements. *Genet Sel Evol* 1989; 21:199–203.
- 4.- Abeni F, Bergolio G. Characterization of different strains of broiler chicken by carcass measurements, chemical and physical parameters and NIRS on breast muscle. *Meat Sci* 2001; 57: 133-7.
- 5.- Adedeji T A, Adebambo Olufunmilayo A, Ozoje M O, Dipeolu Morenike A, Peters SO. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of early growth traits in crossbred chickens. In: *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Genetics Society of Nigeria* October 11-14, held at University of Agriculture, Abeokuta. 2004. pp. 113-16.
- 6.- Adedeji TA, Ojedapo L O, Ige A O, Ameen S A, Akinwumi A O and Amao S R. Genetic evaluation of growth performance of pure and crossbred chicken progenies in a derived savannah environment. *Proceedings of the 13th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria*, September 15-19, Zaria, Kaduna State: Ahmadu Bello University, 2008. p. 8-12.
- 7.- Adeleke M A, Peters S O, Ozoje M O, Ikeobi C O N, Bamgbose A M, Adebambo O A. Genetic parameter estimates for body weight and linear body measurements in pure and crossbred progenies of Nigerian indigenous chickens. *Livestock Research for Rural Development*. 2011. Volume 23, Article #19. Retrieved January 17, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/adel23019.htm>
- 8.- Adeleke MA, Peters SO, Ozoje MO, Ikeobi CON, AM Bamgbose AM y Olufunmilayo A Adebambo. Genetic parameter estimates for body weight and linear body measurements in pure and crossbred progenies of Nigerian indigenous chickens *Lives Res Rural Dev* 2011; 23 (1). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/adel23019.htm>
- 9.- Adeogun IO y Adeoye AA. Heritabilities and phenotypic correlations of growth performance traits in Japanese quails. *Lives Res Rural Dev* 2004; 16 (12).
- 10.- Advínculo S, Lagostena G, Librera JE, Fernández R, Canet ZE, Fain Binda V, Dottavio AM, Di Masso RJ. Asociación entre estimadores de conformación y cortes valiosos a la faena en pollos camperos. En: *Actas del XIII Congreso y XXXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. 2011a.

- 11.- Advínculo SA, Lagostena G, Varela D, Álvarez C, Librera JE, Romera BM, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Caracteres a la faena en híbridos experimentales de pollo campero con diferente estirpe materna. En: Actas de las XII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas en Ciencias Veterinarias. Jornada Nacional de Divulgación Técnico Científica. Fac Cs Veterinarias UNL/UNR. 2011b.
- 12.- Aggrey SE, Karnuah, AB, Sebastian B, Anthony, NB. Genetic properties of feed efficiency parameters in meat-type chickens. *Genet Sel Evol* 2010; 42: 25-9.
- 13.- Aggrey SE. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poult Sci* 2002; 81: 1782-8.
- 14.- Akanno EC, Ole PK, Okoli IC, Ogundu UE. Performance characteristics and prediction of body weight of broiler strains using linear body measurements. *Proceeding 22nd Annual Conference Nig. Soc for Animal Prod, Calabar, Nigeria*, p. 162-4; 2007.
- 15.- Al-Atiyat R. Diversity of chicken populations in Jordan determined using discriminate analysis of performance traits. *Intern Jour of Agri and Biol* 2009; 11 (4): 374–80.
- 16.- Albuquerque R, De Faría DE, Junqueira OM, Salvador D, De Faría Filho DE y Rizzo MF. Effects of energy level in finisher diets and slaughter age on the performance and carcass yield in broiler chickens. *Rev Bras Cienc Avic* 2003; 5: n°2. 99-104.
- 17.- Almenara J, González JL, García C, Peña P. ¿Qué es el análisis de componentes principales? *Jano* 1998; 1268:58–60.
- 18.- Álvarez M, Canet ZE, Terzaghi A, Font MT, Di Masso RJ, Dottavio AM. Eficiencia de conversión y grasa corporal en híbridos alternativos de pollo campero. En: Actas de la Primera Reunión Conjunta Universidad Nacional de Rosario y Universidad Nacional del Litoral- VII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Fac Cs Veterinarias UNR. Casilda, 2006.
- 19.- Álvarez M, Vecchio L, Fernández R, Martines A, Antruejo, AE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión y caracteres relacionados en híbridos experimentales de pollos camperos. En: Actas de las XII Jornadas de Divulgación Científica en Cs Veterinarias. Esperanza, S Fe setiembre de 2011.
- 20.- Amao SR, Ojedapo LO, Sosina AO. Effect of strains on some growth traits of meat-type chickens reared in derived savanna environment of Nigeria. *J Agriculture and Vet Sci* 2010; 2: 56-64.
- 21.- Amoroto I, Advínculo S, Martines A, Lagostena MG, Antruejo A, Rozados VR, Dottavio AM, Di Masso RJ. Conformación corporal de híbridos experimentales entre estirpes maternas de pollo campero. En: Actas del XIII Congreso y XXXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 2011.

- 22.- Amoroto I, Advínculo SA, Martines A, Lagostena G, Antruejo AE, Rozados VR, Dottavio AM, Di Masso RJ. Conformación corporal a la faena de los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas para la producción de pollos camperos. En: Actas del XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Fac Cs Veterinarias UNR. Rosario, 2012.
- 23.- Amoroto I, Martines A, Advínculo SA, Lagostena MG, Lucach S, Antruejo AE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Indicadores de conformación corporal en híbridos experimentales de pollo campero con diferente estirpe materna. Actas del XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 2010.
- 24.- Ankra-Badul GA, Le Bihan-Duval E, Mignon-Grasteau S, Pitel F, Beaumont C, Duclos MJ, *et al.* Mapping QTL for growth and shank traits in chickens divergently selected for high or low body weight. *Ann Genet* 2010; 400-05.
- 25.- Anthony NB, Nestor KE y Bacon WL. Growth Curves of Japanese quail as modified by divergent selection for 4-week body weight. *Poult Sci* 1986; 65:1825-33.
- 26.- Appleby MC, Hughes BO and Savory CJ. Current state of poultry welfare: Progress, problems and strategies. *Br Poult Sci* 1994; 35:467-75.
- 27.- Aranibar MJ, Mateos GG. Reduciendo el contenido de grasa de la canal del pollo broiler. Actas XIX Congreso Latinoamericano de Avicultura, Panamá, 2005.
- 28.- Avendaño S. Incorporación tecnológica en mejoramiento genético: pasado, presente y futuro. *Arch Latinoam Prod Anim* 2011; 19: 4-16.
- 29.- 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_Tech_Docs/Manual-del-pollo-Ross.pdf.
- 30.- Barbato G. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens. *Theor Appl Genet* 1991; 83: 24-32.
- 31.- Bassler AW. Organic broilers in floorless pens on pasture. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 2005.
- 32.- Beaumont C, Chapuis H. Génétique et sélection avicoles: évolution des méthodes et des caractères. *INRA Prod Anim* 2004; 17, 35-43.
- 33.- Becker WA, Spencer JV, Mirosh LW, Verstrate JA. Abdominal and carcass fat in five broiler strains. *Poult Sci* 1981b; 60: 693-7.
- 34.- Becker WA, Spencer JV, Mirosh LW, Verstrate JA. Genetic variation in abdominal fat, body weight and carcass weight in a female broiler line. *Poult Sci* 1981a; 63: 307-11.
- 35.- Becker WA, Spencer JV, Mirosh LW, Verstrate JA. Genetic variation of abdominal fat, body weight and carcass weight in a female broiler line. *Poult Sci* 1984; 63: 607-11.

- 36.- Bedotti D, Gómez Castro AG, Sánchez Rodríguez M, Martos Peinado J. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada pampeana. Arch Zootec 2004; 53: 261-71.
- 37.- Beilharz RG, Luxford B, Wilkinson JL. Quantitative genetics and evolution: is our understanding of genetics sufficient to explain evolution? J Anim Breed Genet 1993; 110, 161-70.
- 38.- Bessei W. Welfare of broilers: a review. World's Poult Sci J 2006; 62: 455-66.
<http://dx.doi.org/10.1079/WPS2005108>
- 39.- Bijma P, Van Arendonk JAM, Woolliams JA. 2000. A general procedure for predicting rates of inbreeding in populations undergoing mass selection. Genetics 2000; 154: 1865-77.
- 40.- Blagojevi M, Pavlovski Zlatica, [Skrbic] Zdenka, Luki M, Milosevic N and Peri Lidija. The effect of genotype of broiler chickens on carcass quality in extensive rearing system. Acta Veterinaria (Beograd) 2009; Vol. 59. No. 1, 91-7.
- 41.- Bochno R, Rymkiewicz J, Szeremeta J, Brozowski W. Regression equations for *in vivo* estimation of the meat content of duck carcasses. Proceedings of the 10th European poultry conference Israel, 1998. Vol 3, p 108.
- 42.- Bochno R, Rymkiewicz J, Szeremeta J. Regression equations for *in vivo* estimation of the meat content of duck carcasses. Br Poult Sci 2000; 41: 313-7.
- 43.- Bogosavljevic-Boskovic S, Kurcubic V, Petrovic MD, Radovic V The effect of sex and rearing system on carcass composition and cut yields of broiler chickens. Czech J Anim Sci 2006; 51 (1): 31-8.
- 44.- Bogosavljevic-Boskovic S, Mitrovic S, Djokovic R, Daskovic V, Djermanovic V. Chemical composition of chicken meat produced in extensive indoor and free range rearing systems. Afr J Biotechnol 2010; 9 (60): 9069-75.
- 45.- Bogosavljević-Bošković S, Petrović MD, Dasković D, Šarančić D. Yield of major carcass parts of broilers as dependent on the length of fattening period and breeding system. Biotechnology in Animal Husbandry 2009; 25 (5-6), p 1039-44.
- 46.- Bonino MF. Pollo Campero. Protocolo para la certificación. 1997; INTA. EEA Pergamino.
- 47.- Bonino M, Canet ZE. El pollo y el huevo campero. 1999. INTA. EEA Pergamino.
- 48.- Bowcamp EL, Bigbee DE, Wabeck CJ. Strain influences of broilers parts yields. Poult Sci 1973; 52: 1517-23.
- 49.- Brake y Garlich. Manejo para controlar la ascitis. Rev Avicultura Profesional. 1996; 14 (3): 22-5.
- 50.- Brambell F.W.R. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. Command Report 2836. London: HMSO, 1965.

- 51.- Bravo S, Sepúlveda N. Índices zoométricos en ovejas criollas araucanas. *Int J Morphol* 2010; 28 (2):489-95.
- 52.- Brisbin, IL, Collins CT, White GC, Mc Callum DA. A new paradigm for the analysis and interpretation of growth data: the shape of things to come. *Auk* 1987, 104: 552-4.
- 53.- Broadvent LA, Wilson BJ, Fisher C. The composition of the broiler chickens at 56 days of age: Output, components and chemical composition. *British Poult Sci* 1981; 22: 385-90.
- 54.- Broom DM. Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment. *Acta Agric Scand Supl* 1996; 27: 22-8.
- 55.- Brown CJ, Brown JE, Butts W T. Evaluating relationship among immatured measure of size, shape and performance of beef bulls.11. The relationships between immature measures of size shape and feedlot traits in young bulls. *J Anim Sci* 1973; 36: 1021-23.
- 56.- Buss EG. Genetics of growth and meat production in turkeys. In: Crawford RD, editor. *Poultry breeding and genetics*. Amsterdam: Elsevier; 1990; 645–75.
- 57.- Buxade Carbó C. El pollo de carne. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Segunda edición. 365 p. 1988.
- 58.- Buyse J, Michels H, Vloeberghs J, Saevels P, Aerts JM, Ducro B, Berckmans D, Decuypere E. Energy and protein metabolism between 3 and 6 weeks of age in male broiler chickens selected for growth rate or for improved feed efficiency. *Br Poult Sci* 1998; 39: 264-72.
- 59.- Buyse N, Scheele W, Kwakernaac C, Decuypere E. Performance and physiological variables in broiler chickens lines differing in susceptibility to the ascitis syndrome: 2. Effect of ambient temperature on partial efficiencies of protein and fat retention and plasma hormone concentrations. *Br Poultry Sci* 1999; 40: 140-4.
- 60.- Buzala M, Janicki B, Czarnecki R. Consequences of different growth rates in broiler breeder and layer hens on embryogenesis, metabolism and metabolic rate: A review. *Poult Sci* 2015; 00:1–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev015>
- 61.- Cahaner A, Nitsan Z, Nir I. Weight and fat content of adipose and non adipose tissues in broiler select for and against fat. *Poult Sci* 1986b; 56: 215-22.
- 62.- Cahaner A, Siegel P. Evaluation of industry breeding programs for meat-type chickens and turkeys. 3rd World Congress Genetics and Applied Livestock Production 1986a; 10: 337- 46.
- 63.- Calder WA. The pace of growth: An allometric approach to comparative embryonic and post-embryonic growth. *J Zool* 1982; 198:215-25.
- 64.- Calnek BW. *Diseases of Poultry*. Iowa State University Press; 1997.

- 65.- 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.
- 66.- Canet ZE, Advínculo, Sciutto AC, Librera JE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Conformación corporal y caracteres a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Ciencia Veterinaria* 2014a; 16 (1-2): 29-47.
- 67.- Canet ZE, Librera JE, Fernández R, Dottavio AM, Di Masso RJ. Relación de conversión alimenticia de genotipos alternativos para la producción de pollos camperos. Actas del 37 Congreso Argentino de Producción Animal - II Joint Meeting ASAS-AAPA. 2014b.
- 68.- Canet ZE, Terzaghi AL. Pollo Campero INTA. *IDIA XXI* 2003; 5: 46-9.
- 69.- Caplen G, Hothersall B J, Murrell C, Nicol CJA, Waterman Pearson E, Weeks CA, Colborne R. Kinematic analysis quantifies gait abnormalities associated with lameness in broiler chickens and identifies evolutionary gait differences. *PLoS ONE* 2012; 7(7): e40800.
- 70.- Carden AE, Goenaga PR, Schang MJ. Efecto de sexo y raza sobre la composición corporal en pollos parrilleros 2: Distribución del músculo y de la grasa. Serie: Informe Técnico N° 146. Estación Experimental Regional Agropecuaria Pergamino (Argentina). Pergamino, Buenos Aires (Argentina) INTA; 1978.
- 71.- Carlborg O, Jacobsson L, Ahgren P, Siegel P, Andersson L. Epistasis and the release of genetic variation during long-term selection. *Nat Genet* 2006; 38: 418–20.
- 72.- Carrasco JL, Hernán MA. Estadística multivariante en las ciencias de la vida. Ed. Ciencia 3, S.L. Madrid; 1993.
- 73.- Casanova P, Pere M, Mwaanga ES, Caballero M, Sabate J, Valenzuela S. Biometrical multivariate study of the Zambian indigenous Fat-tailed sheep. *Int J Livest Prod* 2013; 4 (9): 148- 54.
- 74.- Case L, Miller S, Wood B. Genetic parameters of feed efficiency traits in the turkey (*Meleagris gallopavo*). Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, CD ROM communication, 0221; 2010.
- 75.- Castellini C, Dal Bosco A, Guarino M, Mugnai C. Assessment of kinetic activity in slow- and fast-growing organic chickens by GPS monitoring and with visual observation. Proceedings 8th Eur Symp on Poultry Welfare, Cervia (RA), Italy 2009; p. 14.
- 76.- Castellini C, Mugnai C, Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Sci* 2002; 60: 219-25.
- 77.- Castellini C. Organic poultry production system and meat characteristics. Proceedings of the XVIIth European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XIth European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Doorwerth, The Netherlands; 2005.

- 78.- Castelló Llobet JA, Pontes Pontes M, Franco González F. Producción de huevos. Barcelona: Real Escuela de Avicultura; 1989. p. 85.
- 79.- Castelló Llobet JA. Construcciones y equipos avícolas. Real Escuela de Avicultura. Barcelona; 1993.
- 80.- Castelló Llobet JA. La industria del pollo para carne. En: Castelló JA, Cedó R, Cepero R, García E, Pontes M, y Vaquerizo JM. Producción de carne de pollo. Real Escuela de Avicultura, Barcelona; 2000.
- 81.- Castelló Llobet, JA. La industria del pollo para carne. En: Castelló JA, Cedó R, Cepero R, García E, Pontes M, Vaquerizo JM. Producción de carne de pollo. Real Escuela de Avicultura, Barcelona; 2002.
- 82.- Chabra AD, Apra KL y Sharma RK. Shank length, growth and carcass quality in broiler breeds of poultry. Ind Vet J 1972; 49: 506-11.
- 83.- Chambers JR. Genetics of growth and meat production in chickens. En: Crawford RD, editor. Poultry breeding and genetics. Amsterdam: Elsevier; 1990. p. 599-643.
- 84.- Chambers JR, Fortin A, Grunder AA. Relationships between carcass fatness and feed efficiency and its component traits in broiler chickens. Poult Sci 1983; 62: 2201-07.
- 85.- Chambers JR, Gavora JS, Fortin A. Genetic changes in meat type chickens in the last twenty years. Can J Anim Sci 1981; 61: 555-63.
- 86.- Chambers JR, Lin C. Age-constant versus weight-constant feed consumption and efficiency in broilers chickens. Poult Sci 1988; 71: 1237-50.
- 87.- 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.
- 88.- Cherry J, Nir J, Jones DE, Dunnington EH, Nitzan Z, Siegel PB. Growth-associated traits in parental and F1 populations of chickens under different feeding programs.1. *Ad libitum* feeding. Poult Sci 1987; 66 (1): 1-9.
- 89.- Cobb-Vantress Cobb 500. Broiler performance and nutrition supplement. 2015. Disponible en http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/Cobb500_Broiler_Performance_And_Nutrition_Supplement.pdf (Consultado agosto de 2016)
- 90.- Cock AG. Genetical aspects of metrical growth and form in animals. Quart Rev of Biol 1966; 41: 131-90.
- 91.- Cock AG. Genetic studies on growth and form in the fowl. 1. Phenotypic variation in the relative growth patterns of shank length and body weight. Genet Res Camb 1963; 4: 167-92.
- 92.- Cogburn LA, Wang X, Carre W, Rejto L, Porter TE, Aggrey SE, Simon J. Systems-wide chicken DNA microarrays, gene expression profiling and discovery of functional genes. Poult Sci 2003; 82: 939-51.

- 93.- Contreras G, Chirinos Z, Zambrano S, Molero E, Páez A. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Rev Fac Agron (LUZ)* 2011; 28: 91-103.
- 94.- Corr SA, Gentle MJ, Mc Corquodale CC, Bennett D. The effect of morphology on walking ability in the modern broiler: a gait analysis study. *Anim Welfare* 2003; 12: 159-71.
- 95.- Costa A, Urgel O. El nuevo reto de los purines. *EDIPOR* 2000; p. 24.
- 96.- Creswell D. The nutritional requirements of today's broiler. *Asian Poultry Magazine*, 2005: 18-21.
- 97.- Crouch AN, Lerner SP, Karukaram D. Influence of feed quality in the brooding period of commercial turkey and its subsequent effect on market performance. *Poult Sci* 2000; 79 (Supp. 1) 67-8.
- 98.- Darmani Kuhi H, Porter T, López S, Kebreab E, Strathe AB, Dumas A, Dijkstra J y France J. A Review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. *World's Poult Sci J* 2010; 66: 227-39.
- 99.- Davis GT, Hutto DC. Observations on the influence of body weight and breast angle on carcass quality in broilers chickens. *Poult Sci* 1953; 32: 894. Abstract.
- 100.- Davis NJ, Prescott NB, Savory CJ, Wathes CM. Preferences of growing fowls for different light intensities in relation to age, strain and behaviour. *Anim Welfare* 1999; 8: 193-203.
- 101.- Dawkins MS. *Animal Suffering: The Science of Animal Welfare*. London: Chapman and Hall; 1980.
- 102.- De Cuenca CL. Problemas que plantea la selección de razas ganaderas en España, *Información Comercial Española*; 1968. 419; pp. 67-71.
- 103.- Decuypere E, Bruggeman V, Barbato GF, Buyse J. Growth and reproduction problems associated with selection for increased broiler meat production. En: Muir WM y Aggrey SE, editores. *Poultry genetics, breeding and biotechnology*. Oxon, UK: CABI Publishing 2003; p. 13-28.
- 104.- Deeb N, Lamont SJ. Genetic architecture of growth and body composition in unique chicken population. *J Heredity* 2002; 93:107-18.
- 105.- 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.
- 106.- Dev DS, Jap RG, Harvey WR. Results of Selection for eight-week body weight in three broilers populations of chickens. *Poult Sci* 1969; 48 (4) 1336-48.
- 107.- Di Marco O. *Crecimiento y respuesta animal*. Ed. Asoc Arg Prod Anim Balcarce; 1993.

- 108.- Di Masso RJ, Pippa C, Silva PS, Font MT. Componentes principales como fenotipos de sistemas biológicos complejos. Relación músculo-hueso en el ratón (*Mus musculus*). BAG J Basic Appl Genet 2010; 21 (1): 15-25.
Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA017esp.pdf>.
- 109.- Dottavio AM, Advínculo SA, Librera JE, Romera BM, Canet ZE, Di Masso RJ. Caracterización comparativa a la faena de cinco híbridos experimentales de pollo campero con diferente genotipo materno. Analecta Vet 2014a; 34 (1-2): 5-10.
- 110.- 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 a; 12 (1): 53-70.
- 111.- 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.
- 112.- Dottavio AM, Álvarez M, Librera JE, Antruejo AE, Canet ZE, Di Masso RJ. Caracteres a la faena en híbridos experimentales para la producción de pollo campero. Rev Cubana de Ciencia Avícola 2012a; 36 (1): 23-30.
- 113.- Dottavio AM, Amoroto I, Romera BM, Álvarez M, Canet ZE, Di Masso RJ. Conformación corporal en poblaciones de pollos para carne con diferente velocidad de crecimiento. Revista FAVE - Ciencias Veterinarias 2010; 9 (2): 25-36.
- 114.- Dottavio AM, Canet Z, Álvarez M, Librera J, Font M, Di Masso R. Asociación peso-conformación en híbridos experimentales de pollo Campero. En: Actas del XXXIII Congreso Argentino de Genética. Malargüe, Mendoza, 2004.
- 115.- Dottavio AM, Canet ZE, Álvarez M, Librera JE, Font MT, Di Masso RJ. Biomasa sustentada y desarrollo esquelético en híbridos experimentales de pollo campero. En: Actas del XXXV Congreso Argentino de Genética, San Luis, 2006.
- 116.- Dottavio AM, Canet ZE, Álvarez M, Martínez A, Advínculo S, Di Masso RJ. Proporción de pechuga, muslo y grasa abdominal y rendimiento a la faena en poblaciones experimentales de pollos camperos. En: Actas del XXI Congreso Latinoamericano de Avicultura, 2009.
- 117.- Dottavio AM, Canet ZE, Di Masso RJ. Evaluación de cinco sintéticas maternas de pollo campero por el desempeño de sus progenies híbridas. En: Actas del XV Congreso Latinoamericano de Genética y XLI Congreso Argentino de Genética. 2012b.
- 118.- 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 2003; 15: 29.

- 119.- 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.
- 120.- Dottavio AM, Fernández R, Antruejo AE, Martines A, Canet ZE, Di Masso RJ. Relación de conversión de alimento y caracteres relacionados en cinco híbridos experimentales de pollos camperos con diferente genotipo materno. Revista FAVE (Sección Ciencias Veterinarias) 2014b; 13 (1-2): 75-84.
- 121.- Dottavio AM, Fernández R, Librera JE, Martines A, Advínculo SA, Antruejo AE, Canet ZE, Di Masso RJ. Eficiencia alimenticia en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. Ciencia Veterinaria 2013 b; 15 (1): 25-30.
- 122.- Dottavio AM, Librera JE, Romera BM, Font MT, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión de híbridos experimentales para la producción de pollos camperos. Revista FAVE – Ciencias Veterinarias 2008; 7 (1 y 2): 7- 15.
- 123.- Dransfield E y Sosnicki A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. Poult Sci 1999; 78: 743-6.
- 124.- Druyan S. The effects of genetic line (broilers vs. layers) on embryo development. Poult Sci 2010; 89 (7):1457-67.
- 125.- Druyan S, Shlosberg A, Cahaner A. The association between the ascytes síndrome and body weight, heart rate and blood measurements in young chicks and in ascitic versus healthy broilers. Poult Sci 2007; 86: 621-9.
- 126.- Duncan I JH. Animal right-Animal welfare. A scientist's assessment. Poult Sci 1981; 60: 489-99.
- 127.- Dunnington E A. Selection and homeostasis. Proc 4th World Cong Gen Appl Livest Prod, Edinburgh, Scotland 1990; Pages 5-12.
- 128.- Dunnington EA, Siegel PB. Enzyme activity and organ development in newly hatched chicks selected for high or low eight-week body weight. Poult Sci 1995; 74(5):761-70.
- 129.- Edward JA. Poultry Production. 5th edn. Tennessees Publishing Co, USA 2000.
- 130.- Egena SSA, Ijaiya AT, Kolawole R, Ahmed MA. Incidence of spur gene and effect on metric parameters in male and female Nigerian local chicken. J Appl Biosci 2011; 47: 3205-13.
- 131.- Egena SSA, Ijaiya, AT, Ogah DM, Aya VE. Principal component analysis of body measurements in a population of indigenous Nigerian chickens raised under extensive management system. Slovak J Anim Sci 2014; 47 (2): 77-82.
- 132.- El Moujahid EM, Chen S, Jin S, Lu Y, Zhang D, Ji C, Yang N. Association of leptin receptor gene polymorphisms with growth and feed efficiency in meat-type chickens. Poult Sci 2014; 93(8):1910-5.

- 133.- Eleroglu H, ARDA YA, Sekeroglu A, Fikret NÇFN, Mustafa DM. Comparison of Growth Curves by Growth Models in Slow-Growing Chicken Genotypes Raised the Organic System. *International Journal of Agriculture & Biology* 2014; 16: 529-35.
- 134.- Elrom K. Handling and transportation of broilers: welfare, stress, fear and meat quality. *J Vet Med* 2000; 55 (1):1-11.
- 135.- Emmerson DA, Anthony NB y Nestor KE. Genetics of growth and reproduction in the turkey. 11. Evidence of nonadditive genetic variation. *Poult Sci* 1991; 70:1084-91.
- 136.- Emmerson DA. Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry. *Poult Sci* 1997; 76: 1121-5.
- 137.- Estellé J, Mercadé A, Pérez-Enciso M, Pena RN, Silió L, Sánchez A, Folch JM. Evaluation of *FABP2* as candidate gene for a fatty acid composition QTL in porcine chromosome 8. *J Anim Breed Genet* 2009; 126: 52-8.
- 138.- Estevez I. Density allowance for broilers: where to set the limits. *Poult Sci* 2007; 86: 1265-72.
- 139.- Ewart J. Evolution of genetic selection techniques and their application in the next decade. *Br Poult Sci* 1993; 34:3-10.
- 140.- Faletti C, Panno A, Antruejo A, Galvagni A, Canet ZE, Di Masso R, MT, *et al.* Mediciones de la pechuga in vivo como estimadores del peso de la pechuga en pollos Campero INTA con diferente genotipo. En: *Actas del V Congreso Rosarino y XXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. 2002.
- 141.- Faletti C, Panno A, Antruejo A, Galvagni A, Canet ZE, Di Masso RJ, *et al.* In vivo breast measurements as estimators of breast weight in different genotypes of Campero INTA broilers. *Biocell* 2003; 27 (2) Abstract 55, pág. 240.
- 142.- Fanatico A C, Pillai PB, Cavitt LC, Owens CM, Emmert JL. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Growth performance and carcass yield. *Poult Sci* 2005; 84(8):1321-7.
- 143.- Fanatico A y Born H. Label Rouge: Pasture-based poultry production in France. An ATTRA Livestock Technical Note; 2002. Disponible en <http://www.attra.ncat.org/attra-publ/labelrouge.html>. Consultado en Agosto de 2016.
- 144.- FAO. Avicultura Familiar. 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0203sp1.htm>. Consultado en Agosto de 2016.
- 145.- FAO. 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. FAO 2003.
- 146.- FAO. La situación de los recursos zoogenéticos mundiales para la alimentación y la agricultura. B Rischkowsky y D Pilling editores. Roma. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-a1250s.pdf>. Consultado en mayo de 2016.

- 147.- Faría PB, Bressan MC, Souza XR de, Rossato LV, Botega LMG, Gama LT da. Carcass and parts yield of broilers reared under a semi-extensive system. *Braz J Poult Sci* 2010; 12 (3): 153-9.
- 148.- Fayeye TR, Hagan JK, Obadare AR. Morphometric traits and correlation between body weight and body size traits in Isa Brown and Ilorin ecotype chickens. *IJAS*. 2014; 4(3): 609-14.
- 149.- Fernández R, Álvarez M, Rozados VR, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Uniformidad para peso corporal de cinco híbridos experimentales de pollo campero y la población de referencia durante la cría en confinamiento. En: *Actas del XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario 2010.
- 150.- Fernández R, Antruejo AE, Lagostena MG, Canet ZE, Dottavio A M, Di Masso R J. Estudio dinámico de la eficiencia de conversión en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. En: *Actas del XIV Congreso y XXXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Rosario 2012a.
- 151.- Fernández R, Dottavio AM, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión en los híbridos recíprocos entre dos sintéticas maternas de pollo campero. En: *Actas de las XIII Jornadas de Divulgación Científica Fac Cs Veterinarias UNR-2012 b*.
- 152.- Fernández R, Martines A, Advínculo SA, Lagostena G, Antruejo AE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero. En: *Actas de las XIV Jornadas de Divulgación Científica Fac Cs Veterinarias UNR. Jornada Latinoamericana*. 2013 a.
- 153.- Fernández R, Trillo Nunes M, Antruejo AE, Librera JE, Advínculo SA, Martines A, Canet ZE, Dottavio A M, Di Masso R J. Eficiencia de conversión en carne y variables asociadas en pollos camperos bajo dos manejos nutricionales. En: *Actas del XV Congreso y XXXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. Zavalla 2013 b.
- 154.- Finzi A. Integrated backyard system. A contribution to the special programme for food security. *Boletín técnico de la FAO*. University of Tuscia, Viterbo, Italia. 2000. (www.fao.org).
- 155.- Fisher C. Fat deposition in broilers. 1984. En: Wiseman J editor. *Fats in Animal Nutrition* Butterworths, London; 1984. ch 21, 437-470.
- 156.- Fitzhugh HA. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim Sci* 1976; 42: 1036-51.
- 157.- Flock DK, Laughlin, KF and Bentley J. Minimizing losses in poultry breeding and production: how breeding companies contribute to poultry welfare. *World's Poult Sci J* 2005; 62: 227-37.

- 158.- Frost HM. The physiology of cartilaginous, fibrous and bony tissues. CC Thomas, USA, 1972 (citado por van Sickle, DC. Control of postnatal bone growth). J Anim Sci 1985; 61 Suppl 2: 76-91.
- 159.- Gao Y, Du ZQ, Feng CG, Deng XM, Li N, Da Y, Hu XX. Identification of quantitative trait loci for shank length and growth at different development stages in chicken. Anim Genet 2010; 41(1):101-4.
- 160.- Garcés L. La “revolución pecuaria” y su impacto en los pequeños productores. Revista LEISA 2002; 6: 7-9.
- 161.- García Dory M A. “La utilización de las razas autóctonas en los ecosistemas regionales, como factor de ahorro energético de la ganadería española”, Agricultura y Sociedad 1980; 15:115-62.
- 162.- García Dory MA, Martínez Vicente S. La ganadería en España. ¿Desarrollo integrado o dependencia? Madrid: Alianza Editorial; 1988.
- 163.- García E, Cepero R, Campo MM, La Fuente R, Sañudo C, Canti M. Effects of production system on the meat quality of label chickens and capons. Proceedings of the XII European Symposium on the quality of poultry meat, Zaragoza 1995; 207-17.
- 164.- García Martín E. Pollos de corral, camperos, label, ecológicos y picantotes. Real Escuela de Avicultura. España; 2011.
- 165.- Gaya LG, Mattos EC, Ferraz JB, Eler JP *et al.* Desenvolvimento de sistema computacional para coleta de dados de frangos de corte em abatedouro. Rev Bras Agroinf 2003; 5: 32- 41.
- 166.- Gaya LG, Mourao G, Marcondes F, Chicaroni E, Filho T, *et al.* Genetic trends of abdominal fat content in a male broiler chicken line. Genet Mol Res 2005; 4 (4): 760-4.
- 167.- Gilpin GL, Harkin AM, Redtrom RA, Dawson EH. Quality and yield of modern and old type chickens. Poult Sci 1960; 39: 924-30.
- 168.- Gochfeld, M. On paradigms vs. methods in the study of growth. Auk 1987; 104: 554-5.
- 169.- Godínez O, García AJ, Fumero JE, Plasencia LM. Comportamiento de las estirpes que dan origen al pollo campero cubano. Rev Cubana de Ciencia Avícola 2006; 30: 113-7.
- 170.- Goliomitys M, Panopoulou E, Rogdakis E. Growth curves for body weight and major components parts, feed consumption and mortality of male chickens raised to maturity. Poult Sci 2003; 82 (7): 1061-8.
- 171.- Gómez NC, Bustinza RH, Revidatti MA, Ferrando A, Milán MJ, Jordana J. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra apurimeña peruana. En: Actas Iberoamericanas de Conservación Animal 2012; (2): 57-60.
- 172.- Gordon RF y Jordan W. Enfermedades de las aves. Ed. El manual Moderno S.A. México D.F.; 1985. 383 p.

- 173.- Gous RM, Moran ET, Stilborn HR, Bradford GD, Emmans GC. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poult Sci* 1999; 78: 812-21.
- 174.- Gozávez Pérez V. La expansión de la ganadería 'integrada' en la provincia de Castellón, apoyo a una agricultura familiar en crisis. En: Estructuras y regímenes de tenencia de la tierra en España, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación; 1987. p. 267-91.
- 175.- Grashorn MA, Serini C. Quality of chicken meat from conventional and organic production, XII European Conference, Verona, Italy, *World's Poult Sci J* 2006; abstract 62, 268, CD-ROM.
- 176.- Grashorn MA. Real-time sonography. An excellent tool for estimating breast meat yield of meat type chicken in vivo. *Proceedings of the 20th World's Poultry Congress*; 1996 p. 60-61 New Delhi, India.
- 177.- Grashorn MA. The prediction of the breast yield in Muscovy ducks. *Archiv für Geflügelkunde*. 1986; 50 (3): 97-100.
- 178.- Griffin H. Understanding genetic variation in fatness in chickens. In *Annual Report 95/96*. Edinburgh: Roslin Inst., 1996; p. 35-8.
- 179.- Griffith L, Leeson S, Summers J. Studies on abdominal fat with four commercial strains of male broiler chicken. *Poult Sci* 1978; 57: 1198-203.
- 180.- Grossman M y Bohren BB. Comparison of proposed growth curve functions in chickens. *Growth* 1982; 46: 259-74.
- 181.- Grossman M y Koops W J. Multiphase analysis of growth curve in chickens *Poult Sci* 1988; 67: 33-42
- 182.- Guenter W, Campbell LD, Johnson DE. Comparative feeding programs for growing poultry. En Hunton P, editor. *Poultry production*. Elsevier, London; 1995 p. 325-30.
- 183.- Guill RA, Washburn KW. Genetic changes in efficiency of feed utilization of chicks maintaining body weight constant, *Poult Sci* 1974; 53:1146-54.
- 184.- Gunsett FC. Linear index selection to improve traits defined as ratios. *J Anim Sci* 1984; 59: 1185-93.
- 185.- Gura S. Livestock Genetics Companies. Concentration and proprietary strategies of an emerging power in the global food economy. *League for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development*, Ober-Ramstadt, Germany. 2007.
- 186.- Gyles NR. Carcass yield for adult chickens. *Poult Sci* 1987; 66:108. Abstract.
- 187.- Haan de C, Steingield H, Blackburn H. Livestock and the environment: finding a balance. *FAO. Banco Mundial, USAID*. 1998.

- 188.- Hafez HM, Hauck R. Genetic selection in turkeys and broilers and their impact on health conditions. En: 4th European Poultry Genetics Symposium, World Poultry Science Association, Dubrownik, Croatia. 2005.
- 189.- Hafez, ESE. Introduction to animal growth. En: Hafez ESE, editor. Animal Growth and Nutrition. Philadelphia: Lee & Febiger; 1969 p. 1-17.
- 190.- Hathaway HE, Champagne GB, Watt AB, Up CW. Meat breed of broilers of different breeds, strains and crosses. Poult Sci 1953; 32: 968-77.
- 191.- Havenstein G B, Ferket PR, Qureshi MA. Growth, livability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poult Sci 2003; 82: 1509-18.
- 192.- Havenstein GB, Ferket PR, Grimes JL, Qureshi M.A y Nestor KE. Performance of 1966 vs. 2003-type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diets. Proceedings World's Poultry Congress, Istanbul, Turkey; 2004.
- 193.- Havenstein GB, Ferket PR, Grimes JL, Qureshi MA, Nestor KE. Comparison of the performance of 1966-versus 2003-type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diets: Growth rate, livability, and feed conversion. Poult Sci 2007; 86 (2): 232-40.
- 194.- Havenstein GB, Ferket PR, Scheideler SE, Larson BT. Growth, livability, and feed conversion of 1957 vs 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. Poult Sci 1994 a; 73: 1785-94.
- 195.- Havenstein, GB, Ferket PR, Scheideler SE, Rives DV. Carcass composition and yield of 1957 vs 1991 broilers when fed "typical" 1957 and 1991 broiler diets. Poult Sci 1994 b; 73: 1795-1804.
- 196.- Hellmeister Filho P. Efeitos de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos tipo caipira [Tesis doctoral]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.
- 197.- Hess CW y Jull MA. A study of the inheritance of feed utilization efficiency in the domestic fowl. Poult Sci 1948; 27: 25-39.
- 198.- Hess CW, Byerly TC, Jull MA. The efficiency of feed utilization by Barred Plymouth Rock and crossbred broilers. Poult Sci 1941; 20: 210-6.
- 199.- Hocking PM, Gilbert AB, Walker M, Waddington D. Ovarian follicular structure of white leghorns fed *ad libitum* and dwarf and normal broiler breeders fed *ad libitum* or restricted until point of lay. Poult Sci 1987; 28: 493-506.
- 200.- Hood RL, Pym RAE. Correlated responses for lipogenesis and adipose tissue cellularity in chickens selected for body weight gain, food consumption and food conversion efficiency. Poult Sci 1982; 61:122-7.

- 201.- Horgan R. Legislación de la UE sobre bienestar animal: situación actual y perspectivas. REDVET Rev electrón vet. 2007; Vol. VIII N° 12B. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- 202.- Hristakieva P, Mincheva N, Oblakova M, Lalev M, Ivanova I. Effect of genotype on production traits in broiler chickens. Slovak J Anim Sci 2014; 47 (1): 19-24.
- 203.- Hu G, Wang S, Tian J, Chu L, Li H. Epistatic effect between ACACA and FABP2 gene on abdominal fat traits in broilers. JGG 2010; 37(8): 505-12.
- 204.- Hubert G. Selection of specialized strains to obtain a slow growing broiler. Proceedings of the 6th European Symposium on Poultry Meat. Ploufragan, Francia, 1983; p. 13-20.
- 205.- 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.
- 206.- Hunton P. 100 years of poultry genetics. World's Poult Sci J 2006; 62:417-28.
- 207.- Ibe SN. Measurement of size and conformation in commercial broilers. J Anim Breed and Genet 1989; 106: 461-9.
- 208.- Ibe SN, Nwakalor CN. Growth pattern performance in broilers influence of genotype and management on isometry of growth. Poult Sci 1987; 66: 1274-84.
- 209.- Ikeobi CO, Woolliams JA, Morrice DR, Law A, Windsor D, Burt DW, Hocking PM. Quantitative trait loci affecting fatness in the chicken. 2002. Anim Genet 33: 428-35.
- 210.- Ikeobi CO, Woolliams JA, Morrice DR, Law A, Windsor D, Burt DW, Hocking PM. Quantitative trait loci for meat yield and muscle distribution in a broiler layer cross. Livest Prod Sci 2004; 87: 143-51.
- 211.- Iman Rahayu HS, Zulkifli I, Vidyadaran MK, Alimon AR, Babjee SA. Carcass Variables and Chemical Composition of Commercial Broiler Chickens and the Red Jungle Fowl Asian-Aust J Anim Sci 2008; 21(9): 1376 - 82.
- 212.- Jaap RG. Estimating the influence of heredity on tarso-metatarsal length of the domestic turkey. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science 1937; 18: 11-13.
- 213.- Jaap RG. Body form in growing chickens. J Agric Res 1941; 62: 431-43.
- 214.- Jahan K, Parerson A, Spickett CM. Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes. Int J Food Sci Tech 2004; 39: 443-53.
- 215.- Jennen DG, Vereijken AL, Bovenhuis H, Crooijmans RP, Veenendaal A, van del Poel JJ, Groenen MA. Detection and localization of quantitative trait loci affecting fatness in broilers. Poult Sci 2004; 83: 295-301.
- 216.- Jin S, Chen S, Li H, Lu Y, Xu G, Yang N. Associations of polymorphisms in GHRL, GHSLR, and IGF1R genes with feed efficiency in chickens. Mol Biol Rep 2014; 41(6): 3973-9.

- 217.- Jin S, Chen S, Li H, Lu Y, Zhang D, Ji C, Xu G, Yang N. Polymorphisms in the transforming growth factor $\beta 3$ gene and their associations with feed efficiency in chickens. *Poult Sci* 2013; 92(7):1745-9.
- 218.- Jin S, El Moujahid EM, Duan Z, Zheng J, Qu L, Xu G, Yang N, Chen S. Association of AMPK subunit gene polymorphisms with growth, feed intake, and feed efficiency in meat-type chickens. *Poult Sci* 2016; 95 (7): 1492-7.
- 219.- Jones GPD. Energy and nitrogen metabolism and oxygen use by broilers susceptible to ascites and grown at three environmental temperatures. *Br Poult Sci* 1994; 35: 97-105.
- 220.- Jones RB, Mills AD. Divergent selection for social reinstatement and behaviors in Japanese quail: Effects on sociality and social discrimination. *Poult Avian Biol Rev* 1999; 10: 213–23.
- 221.- Jorgensen H, Sorensen P, Eggum B. Protein and energy metabolism in broilers chickens selected for either body weight gain or feed utilization. *Br Poult Sci* 1990; 31: 517-24.
- 222.- Julian RJ. Ascites in poultry. *Avian Pathol* 1993; 22: 419- 54.
- 223.- Julian RJ. Rapid growth problems: ascites and skeletal deformities in broilers. *Poult Sci* 1998; 77: 1773-80.
- 224.- Jull MA, Glazener EW. Rate of growth in progeny to ten weeks in relation to shank length of parents. *Poult Sci* 1946; 25 (3): 256-61.
- 225.- Kabir K, Oni OO, Akpa, GN, Adeyinka IA Heritability estimates and the interrelationships of body weight and shank length in Rhode Island Red and White chickens. *Pak J Biol Sci* 2006; 9: 2892-6.
- 226.- Katanbaf MN, Dunnington EA, Siegel PB. Restricted feeding in early and late feathering chickens. I. Growth and physiological responses. *Poult Sci* 1989; 68: 344-51.
- 227.- Kawahara T, Saito K. Genetic parameters of organ and body weights in the Japanese quail. *Poult Sci* 1976; 55:1247-52.
- 228.- 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.
- 229.- Kessler AM, Snizek Jr PN, Brugalli I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: *Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas*. APINCO, Campinas, SP, Brazil 2000; p. 107-33.
- 230.- Kestin SC, Gordon S, Su G, Sorensen P. Relationships in broiler chickens between lameness, liveweight, growth rate and age. *Vet Rec* 2001; 148: 195-7.
- 231.- Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE, Gregory NE. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Vet Rec* 1992; 131: 190-4.

- 232.- Kijowski J. The issues of poultry meat and egg quality at the European Symposia in Poznan, pp. 19-21. Proceedings of the 13th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Poznan, Poland; 1997.
- 233.- Kinney TB. A summary of reported estimates of heritabilities and of genetics and phenotypic correlations for traits of chickens. Agriculture Handbook N° 363. Washington, DC: US Dep of Agriculture; 1969.
- 234.- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Pfeiffer D, Nicol CJ. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. PLoS One 2008; 3(2): 545.
- 235.- Koenen ME, Boonstra-Blom AG, Jeurissen SH. Immunological differences between layer- and broiler-type chickens. Vet Immunol Immunopath 2002; 89: 47–56.
- 236.- Koerhuis ANM, Thompson R. Models to estimate maternal effects for juvenile body weight in broiler chickens. Genet Sel Evol 1997; 29: 225-49.
- 237.- Kokosynsky D, Bernacki Z. Comparison of slaughter yield and carcass tissue composition in broiler chickens of various origin. JCEA 2008; 9 (1): 11-16.
- 238.- Koning DJ, Hocking PM. Marker-assisted selection in poultry. En: Marker-Assisted Selection current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish" (FAO) 2007; p.185-98.
- 239.- Kwakkel RP, Ducros BJ, Koops WJ. Multiphasic Analysis of Growth of the Body and its Chemical Components in White Leghorn Pullets. Poult Sci 1993; 72 (8): 1421-32.
- 240.- Lacy PM, Vankrey HP, Skewes PA y Denbow DM. Effect of intrahepatic glucose infusions feeding in heavy and light breed chicks. Poult Sci 1985; 64: 751-6.
- 241.- Lagostena G, Advínculo SA, Álvarez C, Librera JE, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Cortes valiosos a la faena en los híbridos recíprocos entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollo campero. En: Actas de las XIII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas. Fac Cs Veterinarias. UNR. Rosario 2012.
- 242.- Lariviere JM y Leroy P. Genetics of growth in slow-growing broilers obtained from different crosses between the Ardennaise male and a Label Rouge female breeder. Proceedings of the 3rd European Poultry Genetics Symposium (WPSA'03), Wageningen, The Netherlands, 2003; p.72.
- 243.- Lariviere JM, Michaux C, Verleyen V, LeroyP. Heritability estimate and response to selection for body weight in the Ardennaise chicken breed. IJ Poul Sci 2009; 8: 952-6.
- 244.- Latshaw JD, Bishop BL. Estimating body weight and body composition of chickens by using noninvasive measurements. Poult Sci 2001; 80: 868–73.
- 245.- Lazzari GL, Cossu ME, Cumini ML, Basilio AM. Productividad y calidad de carcasa en pollos parrilleros criados a parque vs confinamiento. RAPA 2007; 27: 11-6.

- 246.- Le Bihan-Duval E, Debut M, Berr CM, Sellier N, Santé-Lhoutellier V, Jégo Y, *et al.* Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics* 2008; 9:53.
- 247.- Le Bihan-Duval E, Mignon-Grasteau S, Millet N, Beaumont C. Genetic analysis of a selection experiment on increased body weight and breast muscle weight as well as on limited abdominal fat weight. *Br Poult Sci* 1998; (39) 3: 346-53.
- 248.- Le Bihan-Duval, Beaumont E C y Colleau J J. Estimation of the genetic correlations between twisted legs and growth or conformation traits in broiler. *J Anim Breed Genet* 1997; 114: 239-59.
- 249.- Leenstra FR, Pit R. Fat deposition in broiler fat strain 2. Comparison among lines selected for less abdominal fat, lower feed conversion ratio, and high body weight after restricted and ad libitum feeding. *Poult Sci* 1987; 66: 193-202.
- 250.- Leenstra FR. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens. A review. *World's Poult Sci J* 1986; 42: 12-25.
- 251.- Leeson S. Poultry: Is Feed Efficiency Still a Useful Measure of Broiler Performance? Ontario. 2000. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Disponible en: <http://www.omafr.gov.on.ca/english/livestock/poultry/facts/efficiency.htm>. Consultado en diciembre de 2014.
- 252.- Lerner IM. Shank length as a criterion of inherent size. *Poult Sci* 1937a; 16: 213-5.
- 253.- Lerner, IM. Relative growth and hereditary size limitation in the domestic fowl. *Hilgardia*, 1937b; 10: 511-60.
- 254.- Li CC, Li K, Li J, Mo DL, Xu RF, Chen GH, Qiangba YZ, Ji SL, Tang XH, Fan B, *et al.* Polymorphism of Ghrelin gene in twelve chinese indigenous chicken breeds and its relationship with chicken growth traits. *Asian-Aust J Anim Sci* 2006; 19:153- 59.
- 255.- Li H, Deeb N, Zhou H, Mitchell AD, Ashwell CM, Lamont SJ. Chicken quantitative trait loci for growth and body composition associated with transforming growth factor-beta genes. *Poult Sci* 2003; 82: 347-56.
- 256.- Librera JE, Álvarez M, Advínculo SA, Martines A, Canet ZE, Font MT, Di Masso RJ, Dottavio AM. Peso y conformación corporal en híbridos experimentales de pollos campero. En: Actas del VII Congreso y XXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 2005.
- 257.- Librera JE, Álvarez M, Panno A, Antruejo A, Canet Z, Di Masso RJ, Font MT, Dottavio AM. Conformación corporal y Peso corporal en diferentes genotipos de pollo Campero. En: Actas VI Congreso y XXIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 2003.
- 258.- Lilburn MS. Skeletal growth of commercial poultry species. *Poult Sci* 1994; 73 (6): 897-903.

- 259.- Lin CY. Relationship between increased body weight and fat deposition in broilers. *World's Poult Sci J* 1981; 37: 106-10.
- 260.- Liu G, Dunnington EA, Siegel PB. Maternal effects and heterosis for growth in reciprocal cross populations of chickens. *J Anim Breed Genet* 1993; 110: 423-8.
- 261.- Liu Y, Lyon BG, Windham WR, Lyon CE, Savage EM. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at 2, 4, 6, and 24 hours post-mortem. *Poult Sci* 2004; 83:101-8.
- 262.- Liu YL, Song GL, Hou GF, Huang JW, Vázquez-Añón M, Knight CD. Effect of supplementing 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid and DL-methionine in corn-soybean-cottonseed meal diets on growth performance and carcass quality of broilers. *Asian - Aust J Anim Sci* 2006; 19:1197-1205.
- 263.- Lleonard Roca F, Cifuentes ER, Callis Feliu, M, Gurri Lloveras A, Pontes Pontes M. *Higiene y patología aviares*. Ed Real escuela de Avicultura. Barcelona, España. 421p.1991.
- 264.- Lopez G, Leeson S. Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. *Poult Sci* 2008; 87 (2): 298-306.
- 265.- Lorentz L, Gaya L, Lunedo R, Ferraz JBS, Rezende FM, Michelan Filho T. Production and body composition traits of broilers in relation to breast weight evaluated by path analysis. *Sci Agric* 2011; 68: 320-5.
- 266.- Mallo G, Villar E, Melo J, Miquel MC, Capelletti C, Paoletta M. Correlaciones fenotípicas y ecuaciones de regresión para estimaciones del peso y proporción de la pechuga. XVI Congreso Latinoamericano de Avicultura. 435-39, 1999.
- 267.- Marin RH, Freytes P, Gusman D, Jones RB. Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks to cage mates and strangers. *Appl An Behavior Sci* 2001; 71(1): 57-66.
- 268.- Marks HL. Feed efficiency changes accompanying selection for body weight in chickens and quail. *World's Poult Sci J*, Ithaca, NY, 1991; 47: 197- 212.
- 269.- Marks HL. Growth curve changes associated with long-term selection for body weight in Japanese quail. *Growth*. 1978; 42 (2):129-40
- 270.- Marks HL. Growth rate and feed intake of selected and unselected broilers. *Growth* 1979; 43: 80-90.
- 271.- Marquardt DW. An algorithm for least square estimation of non linear parameters. *J Soc Indust Appl Math* 1963; 11 (2): 431-41.
- 272.- Martínez R, Fernández E, Abbiati N, Broccoli A. Caracterización zoométrica de bovinos criollos: patagónicos vs. noroeste argentino. *Rev MVZ Córdoba* 2007; 12(2): 1042-9.

- 273.- Maruyama K, Vinyard B, Akbar MK, Shafer DJ, Turk CM. Growth curve analyses in selected duck lines. *Br Poult Sci* 2001; 42: 574.
- 274.- Masui K. The rudimental copulatory organ of the male domestic fowl, with reference to the difference of the sexes in chickens. *Proc. 3rd World's Poultry Congress, Ottawa*, p. 156. 1927.
- 275.- McCarthy JC y Siegel PB. A review of genetical and physiological effects of selection in meat-type poultry. *Anim Breeding Abstr* 1983; 51:87-94.
- 276.- McCarthy JC. Quantitative aspects of the genetics of growth. In: *Growth and poultry meat production*. *Br Poult Sci* 1977. Edinburgh.
- 277.- McGary S, Estevez I, Bakst MR and Pollock DL 2002 Phenotypic traits as reliable indicators of fertility in male broiler breeders. *Poult Sci* 2002; 81: 102-11.
- 278.- McKay JC, Barton NF, Koerhuis ANM, McAdam J. The challenge of genetic change in the broiler chicken. In: WG Hill, SC Bishop, BJ McGuirk, JC McKay, G Simm, AJ | Webb, editors. *The challenge of genetic change in animal production*. *Occ Publ Brit Soc Anim Sci* 2000; 27: 1-7.
- 279.- Melo J. Mediciones de eficiencia nutricional en pollos parrilleros de acuerdo al objetivo de producción. *Revista CAPIA INFORMA*, 2005; (208): 16-31.
- 280.- Melo JE, Castillo JL, Mallo G, Ciacciariello M, Canet ZE, Miquel MC. Evaluación de mediciones físicas y de ultrasonido para estimaciones del peso de la pechuga. *Rev Bras Cienc Avic* 2001; 3 (1): 35-40.
- 281.- Melo JE, Romano E, Canet Z, Miquel MC. Genetic parameters of growth and feed efficiency in a free-range broiler stock. 2006. *Proceedings of the 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, CD ROM communication, 336-41.
- 282.- Melo JE. Evaluación de criterios de productividad en pollos Campero-INTA. [Tesis Maestría en Salud Animal] 2001; Fac Cs Veterinarias, UBA.
- 283.- Mendes AA, Moreuira J, Oliveira E G. Effect of dietary energy on performance, carcass yield and abdominal fat of broiler chickens. *Rev Bras Zoot* 1994; 33 (6) p. 2300-07.
- 284.- Mendl M. Performing under pressure: stress and cognitive function. *Appl Animal Behavior Sci* 1999; 65 (93):221-4.
- 285.- Michelin Filho T, Souza EM. Formacao e caraterísticas das linhagens actuais de frangos. In: *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*. Sao Paulo. Brasil. 2001; p. 23-31.
- 286.- Michelin Filho T. Selecao para diminuicao do conteúdo de gordura em frangos. *EMBRAPA-CNPSA, Concórdia, SC, Brazil*. 1986.
- 287.- 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: 44-51.

288. Mignon-Grasteau S, Beaumont C, Ricard FH. Genetic analysis of a selection experiment on the growth curve of chickens. *Poult Sci* 2001; 80: 849-54.
- 289.- Mignon-Grasteau S, Beaumont C. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA. Prod Anim* 2000; 13: 337-48.
- 290.- Mignon-Grasteau S, Piles M, Varona L, de Rochambeau H, Poivey JP, Blasco A, Beaumont C. Genetic analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of growth curve. *J Anim Sci* 2000; 78: 2515-24.
- 291.- Milicevic, Z. The dynamics of growth and development of chickens in different rearing systems, Master of Science, Faculty of agriculture, Novi Sad; 2006.
- 292.- Mishra PK, Dash B, Mishra SC, Dehuri PK. Inheritance of bi-weekly juvenile body weight in IBI-91 broilers. *Indian J Poult Sci* 2006; 41: 6-10.
- 293.- Mishra PK, Malik B, Mishra SC, Mohapatra C. Inheritance of 6-weeks body weight, breast angle, shank length and keel length in broiler chickens. *Proceedings of the XX World's Poultry Congress* 1996; New Delhi, 4: 75-6.
- 294.- Mitchell RD, Edwart HM, Mc Daniel GR. The effects of ultraviolet light and cholecalciferol and its metabolites on the development of leg abnormalities in chickens genetically selected for a high and low incidence of tibial dyscondroplasia. *Poult Sci* 1997; 76 (2): 346-54.
- 295.- Mitrovic S, Bogosavljevic-Boskovic S, Stanisic G, Djermanovic V, Doskovic V, Rakonjac S. Carcass characteristics of two strains of native broilers (White Naked Neck and Black Svrlijig) fattened under a semi-intensive system. *Afr J Biotechnol* 2011; 10(70):15813-8.
- 296.- Mohammed FA. Comparison of three nonlinear functions for describing chicken growth curves. *Sci Agr* 2015; 9 (3): 120-3.
- 297.- Molee W, Puttaraksa P, Pitakwong S, Khempaka S. Performance, carcass yield, hematological parameters and feather pecking damage of Thai indigenous chickens raised indoors or with outdoor access. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2011; 80: 646-9.
- 298.- Moran ET. Growth and meat yield in poultry. In: *Growth and poultry meat production*. Boornam KN, Wilson BJ, ed. *Br Poult Sci* 1977; Ltd, Edinburg, Schotland, 145-73.
- 299.- Moran ET. Body composition. In Hunton, P. editor. *Poultry production*. Elsevier, London. 1995; p. 398-409.
- 300.- Moran ET, Orr HL, Larmond E. Dressing, grading and meat yields with broilers chickens breed. *Food Tech*. 1970; 24: 73-8.
- 301.- Moran ET. Live production factors influencing yield and carcass quality of poultry meat. Pp. 179-95. In *Poultry Meat Science*, RI. Tichardson and G. C. Mead, ed. CABI publishing. Wallingford, Oxon. UK. 1999.

- 302.- Morrison MA, Sauter EA, Mc Laren BA, Satdelman WJ. Some factors affecting yields and acceptability of chicken broilers. *Poult Sci* 1954; 33: 1122-5.
- 303.-Muir WM, Wong GK, Zhang Y, Wang J, Groenen MA, Crooijmans RP, *et al.* Genome wide assessment of worldwide chicken SNP genetic diversity indicates significant absence of rare alleles in commercial breeds. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2008; 105(45):17312-7.
- 304.- Muriel Durán A, Solana Ramos J, Cancho Alfonso M. Resultados productivos, rendimiento y composición de la canal de dos cruces de pollos de carne criados en libertad. *Arch Zootec* 1997; 46: 239-47.
- 305.- Narinc D, Aksoy T, Karaman E, Curek DI. Analysis of fitting growth models in medium growing chicken raised indoor system. *Trends Anim Vet Sci J* 2010; 1(1): 12-8.
- 306.- Nauta W, Roep D, Veerkamp R, Baars T. Vision of breeding for organic agriculture. Report Louius Bolk Institute, The Netherlands. 2003.
- 307.- Ndofor-Foleng H M, Uberu N P and Nwosu C C. Estimation of heritability of body weight of local chicken ecotypes reared in Nsukka in the derived savanna zone of Nigeria. *Proceedings of 11th Annual Conference of Animal Science of Nigeria (ASAN);* 2006 Sept 18-21; I.A.R & T, Ibadan. p. 225-7.
- 308.- Nestor KE, Anderson JW, Velleman SG. Genetic variation in pure lines and crosses of large- bodied turkey lines.1. Body weight, walking ability and body measurements of live birds. *Poult Sci* 2001a; 80: 1087-92.
- 309.- Nestor KE, Anderson JW, Velleman SG. Genetic variation in pure lines and crosses of large-bodied turkey lines. 2. Carcass traits and body shape. *Poult Sci* 2001b; 80: 1093-1104.
- 310.- Nidri A, Mignon-Grasteau S, Sellier N, Tixier-Boichard M, Beaumont C. Genetic relationships between feed conversion ratio, growth curve and body composition in slow-growing chickens. *Br Poult Sci* 2006; 47: 273-80.
- 311.- North M. *Manual de Producción Avícola.* 3^a Edition. 856 p. Editorial El Manual Moderno, México, D F 856. 1986.
- 312.- O'Sullivan N, Dunnington EA, Siegel PB. Correlated responses in lines of chickens divergently selected for fifty-six-day body weight. 1. Growth, feed intake and feed utilization. *Poult Sci* 1992a; 71: 590-7.
- 313.- O'Sullivan NP, Dunnington EA, Larsen EA, Siegel PB. Correlated responses in lines of chickens divergently selected for fifty-six-day body weight. 3. Dygestive enzyme. *Poult Sci* 1992b; 71: 610-7.
- 314.- Obike OM, Ukoha OA, Emmanuel FH. Growth performance, linear measurement and cost-benefit of two strains of broiler chickens in a humid tropical environment. *Nigerian J Agric, Food Environ (NJAFE)* 2016; 12(1): 90-4.

- 315.- Ogah DM. Assessing size and conformation of the body of Nigerian indigenous turkey. *Slovak J Anim Sci* 2011; 44: 21-7.
- 316.- Olawumi SO. Phenotypic correlations between live body weight and carcass traits in Arbor Acre breed of broiler chicken. *Int J Sci Nat* 2013; 4(1):145-9.
- 317.- Omojola AB, Adesehinwa AOK, Made H, Atta S. Effect of sex and slaughter age weight on broiler chicken carcass. *J Food Agric Environ.* 2004; 2 (3y4): 61-3.
- 318.- Orr HL, Hunt EC, Randal CJ. Yield of carcass, parts, meat, skin and bone of eight strains of broilers. *Poult Sci* 1984; 63: 2197-200.
- 319.- Owens C, Fanatico A, Pillai P, Meullenet J, Emmert J. Evaluation of alternative genotypes and production systems for natural and organic poultry markets in the U.S. 12th European Poultry Conference 2006; Sept 10-14; Verona. Italy. p. 62-3.
- 320.- Pakdel A, Van Arendonk JAM, Vereijken ALJ, Bovenhuis H. Genetic parameters of ascites-related traits in broilers: Correlations with feed efficiency and carcass traits. *Br Poult Sci* 2005; 46: 43-53.
- 321.- 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.
- 322.- Pandey NK, Mahapatra CM, Goyal RC, Verma SS. Carcass yields, quality and meat composition of broiler chicken as influenced by strain, sex and age. *Indian J Anim Sci* 1985; 55: 371- 80.
- 323.- Pavlovski Z, Docktor J. Effect of free-range raising on performance, carcass attributes and meat quality of broiler chickens. *Anim Sci Pap Rep. Anim Sci Pap and Rep.* 2011; vol. 29, no. 2, 139-49.
- 324.- Pavlovski Z, Škrabić Z, Lukić M, Petričević VL, Trenkovski S. The effect of genotype and housing system on production results of fattening chickens. *Biotechnol Anim Husb* 2009a; 25: (3-4): 221-9.
- 325.- Pavlovski Z, Škrabić Z, Lukić M, Petričević VL, Trenkovski S. The management systems and flock size on the behaviour of broiler chickens. *Ann Anim Sci* 2009b; 7(2), 329-35.
- 326.- Perreault N, Lesson S. Age-related carcass composition changes in male broiler chickens. *Can. J Anim Sci* 1992; 72: 919-29.
- 327.- Peter W, Danicke S, Jeroch H. The influence of intensity of nutrition on growth course and fattening performance of French Label broiler. *Arch Tierz, Dummerstorf* 40 1997; 69-84.
- 328.- Pinto LFB, Packer IU, De Melo CMR; Ledur MC, Coutinho LL. Principal component analysis applied to performance and carcass traits in the chicken. *Anim Res* 2006; 55: 419-25.
- 329.- Plano CM. Aves comerciales y su medio ambiente. Edición del autor. Buenos Aires. 1995.

- 330.- Plasencia L M. El pollo campero como una opción sostenible para la producción de carne. I Congreso Internacional de Producción Animal. Cuba. 2005.
- 331.- Pollock DL. Maximizing yield. Poult Sci 1997; 76:1131-3.
- 332.- Porter T, Kebreab E, H. Darmani Kuhi H, López S, Strathe AB y France J. Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. Poult Sci 2010; 89: 371-8.
- 333.- Pym R, Popovic B, Boder D. Selection for breast meat yield in japanese quail using real time ultrasound. Proceedings of the 6th. World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale 1998; 24: 290-3.
- 334.- Pym RAE, Farrell DJ. A comparison of the energy and nitrogen metabolism of broilers selected for increased growth rate, food consumption and conversion of food to gain. Br Poult Sci 1977; 18 (4): 411-26.
- 335.- Pym RAE, Nicholls PJ, Thomson E, Choice A, Farrell DJ. Energy and nitrogen metabolism of broilers selected over ten generations for increased growth rate, food consumption and conversion of food to gain. Brit Poult Sci 1984; 25 (4): 529-39.
- 336.- Pym RAE, Nicholls PJ. Selection for food conversion in broilers: direct and indirect responses to selection for body weight gain, food consumption and food conversion ratio. Br Poult Sci 1979; 20: 73–86.
- 337.- Pym RAE. Direct and correlated responses to selection for improved feed efficiency. In: Hill WG; Manson JM; Hewitt D, editors. Poultry Genetic and Breeding. 1985. Harlow: Br Poult Sci 1985; 97-112.
- 338.- Pym RAE. Nutrition genetics: In: Poultry breeding and genetics (Crawford R., Ed.) Elsevier, Amsterdam, 1990; pp. 209 -37.
- 339.- Qureshi M A, and G B Havenstein. A comparison of the immune performance of a 1991 commercial broiler with a 1957 randombred strain when fed ‘typical’ 1957 and 1991 boiler diets. Poult Sci 1994; 73:1805–12.
- 340.- Raggi A, Montenegro A, Abaca E, Dottavio AM, Antruejo AE, Galvagni A, Font MT y Di Masso RJ. Longitud de la caña-estimador del desarrollo esquelético-en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. Análisis dinámico. En: Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-científicas. Fac Cs Veterinarias, UNR. Casilda, 2009.
- 341.- Rance KA, Mc Entee GM, Mc Devitt RM. Genetic and phenotypic relationships between and within support and demand tissues in a single line of broiler chicken. Br Poult Sci 2002; 43: 518-27.
- 342.- Reddish JM, Lilburn MS. A comparison of growth and development patterns in diverse genotypes of broilers. I. Male broilers growth. Poult Sci 2004; 83:1067-71.

- 343.- Reddish JM. Evaluation of the effects of selection for increased body weight and increased yield on growth and development of Poultry. Dissertation presented in Partial fulfillment of the requirements for the degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University. 2004.
- 344.- Reddy RP. The effects of long term selection on growth of poultry. *Poult Sci* 1996; 75: 1164-7.
- 345.- Reeds PJ, Fiorotto M L. Growth in perspective. *Proc Nutr Soc* 1990; 49: 411-20.
- 346.- Revidatti F, M. Sindik M, Terraes JC, Fernández RJ, Sandoval GL. Evolución del peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos parrilleros a diferentes edades de faena. En *Actas de las XXIVV Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Fac de Cs Veterinarias UNNE*. 2006.
- 347.- Ricard FH, Leclercq B. Growth and carcass characteristics of chickens from lines divergently selected for growth or fatness. *Génét Sél Evol* 1985; 17: 549-60.
- 348.- Ricard FH, Rouvier R. Étude de la composition anatomique du poulet. I. Variabilité de la répartition des différentes parties corporelles chez des coquelets "Bresse- Pile". *Ann Zootech* 1967; 16:23-9.
- 349.- Ricard FH, Touraille C, Marche G. Influence des methodes d'elevage sur la qualite des carcasses du poulet. *Proc 7^{eme} Conference Europeene D'Aviculture*, París 1986; 870-3.
- 350.- Ricard, F.H. Etude de la variabilité génétique de quelques caractéristiques de carcasses en vue de sélectionner un poulet de qualité. *Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Animal*. 1º Madrid, España, 1974; I: 931-40.
- 351.- Ristic M, Damme K. Carcass value and meat quality of slow growing broiler lines upon feeding with rations according to organic conditions, *Mittewilugsblatt BAFF41* 2002; 146: 89-94.
- 352.- Rizzi R, Cerolini S, Mantovani C, Pagnacco G, Mangiagalli MG y Cavalchini LG. Heritabilities and genetic correlations of conformation and plumage characteristics in pheasant (*Phasianus colchicus*). *Poult Sci* 1994; 73: 1204-10.
- 353.- Robinson FE, Robinson NA and Scott TA 1991 Reproductive performance, growth and body composition of full-fed versus feed restricted broiler breeder hens. *Can J Anim Sci* 1991; 71: 549-56. <http://dx.doi.org/10.4141/cjas91-065>
- 354.- Rogers SR, Resti GM, Marks HL. Comparison of three nonlinear regression models for describing broiler growth curves. *Growth* 1987; 51: 229–39.
- 355.- Romera BM, Librera JE, Varela D, Font MT, Dottavio AM, Di Masso RJ. Proporción de pechuga en dos híbridos de pollo campero con genes Cornish: Análisis transversal. En: *Actas del VIII Congreso y XXVI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*. 2006.

- 356.- Romera BM. Conformación corporal a la faena en machos y hembras de dos poblaciones híbridas de pollo campero y una población híbrida comercial. Trabajo Final Integrador. Carrera de Especialización en Producción Avícola. UN de Luján. 2013.
- 357.- Rondelli S, Martinez O, García PT. Sex Effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two commercial broilers lines. *Braz J Poultry Science* 2003; 5 (3): 169 – 73.
- 358.- Rosario MF, Silva MAN, Coelho AAD, Savino VJM, Dias CTS. Canonical discriminant analysis applied to broiler chicken performance. *Animal* 2008; 2 (3): 419-24.
- 359.- Ross 308. Manual de manejo de pollos de engorde. 2014. Disponible en: <http://seleccionesavicolas.com/avicultura/2015/01/nuevas-especificaciones-de-nutricion-de-aviagen>.
- 360.- Rymkiewicz J, Bochno R. Estimation of breast muscle weight in chickens on the basis of live measurements. *Arch Geflugelkd* 1999; 63: 229-33.
- 361.- Samarakoon SMR, Samarasinghe K. Strategies to improve the cost effectiveness of broiler production. *Tropical Agricultural Research* 2012; 23 (4): 338- 46.
- 362.- Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Fortes CMS, Carrilho ENVM. Comparison of free range broiler chicken strains raised in confined and semi-confined systems. *Braz J Poult Sci* 2005; 7: 85-92.
- 363.- Santos AL, Sakomura NK, Freitas ER, Sá Fortes CML, Carrilho ENVM, Fernandes JBK. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2005; 34(5):1589-98.
- 364.- Sauveur B. Les critères et facteurs de la qualité des poulets Label Rouge. *INRA Prod Anim* 10: 219-26, 1997.
- 365.- Scanes CG. Contribution of poultry to quality of life and economic development in the developing world. *Poult Sci* 2007; 86 (11): 2289-90.
- 366.- Scheele CW, Decuypere E, Vereijken PFG, Schreurs FJG. Ascites in broilers. 2. Disturbances in the hormonal regulation of metabolic rate and fat metabolism. *Poult Sci* 1991; 71:1971-84.
- 367.- Scheele CW. Pathological changes in metabolism of poultry related to increasing production levels. *Vet Q* 1997; 19 (3): 127-30.
- 368.- Scheuermann GN, Bilgili SF, Hess JB, Mulvaney DR. Breast Muscle Development. In *Commercial Broiler Chickens*. *Poult Sci*. 2003; 82:1648–58.
- 369.- Schmidt GS, Figueiredo EAP, Ledur MC. Genetic gain for body weight, feed conversion and carcass traits in selected broiler strains. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2006; 8 (1): 29-32.

- 370.- Sciutto A, Fernández R, Álvarez M, Rozados VR, Canet ZE, Dottavio A M, Di Masso RJ. Uniformidad para peso corporal al nacimiento y a la faena de híbridos experimentales entre dos poblaciones sintéticas maternas de pollo campero. En: Actas de las XIII Jornadas de Divulgación Científica. Fac Cs Veterinarias UNR. Casilda, 2012.
- 371.- Sciutto A, Fernández R, Álvarez M, Rozados VR, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Uniformidad para peso corporal de híbridos experimentales entre estirpes maternas de pollo campero en la interfase cría-recría. En: Actas del XIII Congreso y XXXI Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario: Sociedad de Biología, 2011.
- 372.- Sciutto AC, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Interacción grupo genético por manejo de la alimentación sobre la eficiencia alimenticia en aves camperas. Análisis dinámico. En: Actas de la IX Jornada de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Rosario. Rosario, 2015a.
- 373.- Sciutto AC, Fernández R, Trillo Nunes M, Martines A, Advínculo SA, Dottavio AM, Di Masso RJ. Ausencia de interacción grupo genético x manejo de la alimentación sobre la relación de conversión alimenticia en aves camperas. Análisis estático. En: Actas de las XVI Jornadas de Divulgación Técnico Científicas y III Jornadas Latinoamericanas de la Fac de Cs Veterinarias UNR. Casilda (Santa Fe) 2015c.
- 374.- Sciutto AC, Fernández, R; Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Análisis dinámico de los componentes de la eficiencia alimenticia en aves camperas con dos manejos de la alimentación. En: Actas del XVII Congreso y XXXV Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Rosario, 2015b.
- 375.- Scotts CE, Darrow MI. Yields of edible meat from Cornish crossbreeds, non- Cornish crossbreeds and purebred broilers. *Poult Sci*; 1953; 32:145-50.
- 376.- Segrelles Serrano JA. Ganadería avícola y porcina en España. Del aprovechamiento tradicional al industrializado. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Alicante, Alicante; 1993. 437 págs.
- 377.- Segrelles Serrano JA. Ganadería y medio ambiente en los Países Bajos, *Mundo Ganadero*, 1996; 6 (1): 42-7.
- 378.- Segrelles Serrano JA. Nuevas orientaciones ganaderas en España: La necesidad de potenciar los sistemas pecuarios extensivos. IX Coloquio de Geografía Rural. Vitoria, Asociación de Geógrafos Españoles y UNivesidad del País Vasco. 1998. p. 445-500.
- 379.- Sellier, P. Genetically caused retarded growth in animals. *Domest Anim Endocrinol* 2000, 19: 105-19.
- 380.- Selye H. The stress concept today. En: IL Kutash, LB Schlesinger and associates, editors. *Handbook of stress and anxiety*. Jossey-Bass Publisher, San Francisco; 1980. p. 127-43.

- 381.- Serrano C, Fernández R, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Evaluación de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero bajo dos manejos de la alimentación. Análisis dinámico de la uniformidad por precisión. En Actas de la XV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Fac de Cs Veterinarias UNR. 2014.
- 382.- Sewalem A, Morrice D M, Law A, Windsor D, Haley C S, Ikeobi C O N, Burt D W, Hocking PM. Mapping of quantitative trait loci for body weight at three, six and nine weeks of age in a broiler-layer cross. *Poult Sci* 2002; 81:1775-81.
- 383.- Shahin KA. Analysis of muscle and bone weight variation in an Egypt strain of Peking ducklings. *Ann Zootech*, 1996; 45 (2): 173-84.
- 384.- Shahin KA, Abdallah OY, Shemeis AR. Genetic influences on growth and partition of fat between depots and its distribution in fowl carcasses. *Reprod Nutr Dev* 1990; 30 673-81.
- 385.- Shahin KA, Elazeem FA. Effects of breed, sex and diet and their interactions on carcass composition and tissue weight distribution of broiler chickens. *Arch Tierz* 2005; Dummerstorf 48 (6): 612-26.
- 386.- Shahin KA, Ibrahim SA, EL Faham I. The effects of breed and sex on carcass composition and tissue distribution of chickens. *Indian J Anim Sci* 1996; 66: 504-10.
- 387.- Sheldon BL. Research and development in 2000: directions and priorities for the world's poultry science community. *Poult Sci* 2000; 79 (2):147-58.
- 388.- Sheng Z, Pettersson ME, Hu X, Luo C, Qu H, Shu D, Shen X, Carlborg O, Li N. Genetic dissection of growth traits in a Chinese indigenous × commercial broiler chicken cross. *BMC Genomics* 2013; 14:151.
- 389.- Sheskin DJ. Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Chapman & Hall, USA, 2011.
- 390.- Siegel HS. Physiological stress in birds. *World Poult Sci J* 1980; 27: 237 - 49.
- 391.- Siegel PB. Selection for body weight at 8 weeks of age. 1. Short term response and heritabilities. *Poult Sci* 1962a; 41 (3): 954-62.
- 392.- Siegel PB, Dunnington EA. Selection for growth in chickens. *CRC Crit Rev Poult Biol* 1997; 1:1-24.
- 393.- Siegel PB, Wiseman EL. Selection for body weight at 8 weeks of age. 6. Changes in appetite and feed utilization. *Poult Sci* 1966; 45:1391-7.
- 394.- Singh CB, Jilani MH. Inheritance of growth and conformation traits in CARI-Devendra poultry strain. 2005. *Indian J Poult Sci* 2005; 40: 67-9.
395. Singh R. Singh C, Rajkumar D, Singh D. Selection index for improvement of feed efficiency in broilers. *Proceedings of the XXth. Worlds Poultry Congress*, New Delhi, 1: 507. 1996.

- 396.- Singh V, Tailor SP, Jain LS. Genetic study of body conformation traits in a synthetic broiler strain. *Indian J Anim Res* 2008; 42: 53-6.
- 397.- Skinner-Noble D, Teeter R. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: energetics, performance, carcass composition, metabolism, and body temperature. *Poult Sci* 2003; 82: 1080-90.
- 398.- Smith ERE, Pesti GM, Bakalli RI, Ware GO, Menten JFM. Further studies on the influence of genotype and dietary protein on the performance of broilers. *Poult Sci* 1998; 77: 1678-87.
- 399.- Smith KA, Brewer AJ, Crabb J, Dauven A. A survey of the production and use of animal manures in England and Wales. II. Poultry manure. *Soil Use and Management* 2001; 17:48.
- 400.- Soller M, Eitan Y. Why does selection of live weight gain increase fat deposition? A model. *World's Poult Sci J* 1984; 40, 5-9.
- 401.- Sonaiya EB, Okeowo OO. Live performance, abdominal fat and toughness of 6 - 16 week old broilers. *J Anim Prod Res* 1983; 3(2): 103-14.
- 402.- Sorensen, P. Selection for improved feed efficiency in broilers. *Ann Agric Finniae* 1984; 23: 238-46.
- 403.- Sosnowka-Czajka E, Skomorucha I, Herbut E, Muchacka R. Effect of management systems and flock size on the behaviour of broiler chickens. *Ann Anim Sci.* 2007; 7(2), 329-35.
- 404.- Stewart PA, Muir WM, Begin JJ, Johnson TH. Feed efficiency and gain responses to protein levels in two lines of birds selected for oxygen consumption. *Poult Sci* 1980; 59: 2692-96.
- 405.- Sullivan TW. Skeletal problems in poultry: Estimated annual cost and descriptions. *Poult Sci* 1994; 73 (6): 879-82
- 406.- Summers JD, Leeson S. Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. *Canad J Anim Sci* 1985; 65:717-23.
- 407.- Supriyantono A. Selection for growth and feed efficiency in broiler: Realized heritability and responses of selection. The 1st International Seminar on Animal Industry. Faculty of Animal Science, Bogor Agricultural University; 2009.
- 408.- Szałkowska H, Meller Z. The influence of age and genotype on the quality and technological suitability of meat from chicken broilers. *Proc XIII WPSA European Symposium, Poultry meat quality, Poznań Poland* 1997; p. 10811.
- 409.- Tabassum F, Hoque MA, Islam F, Ritchil CH, Faruque MO, Bhuiyan AKFH. Phenotypic and morphometric characterization of indigenous chickens at Jhenaigati Upazila of Sherpur district in Bangladesh. *SAARC J Agri* 2014; 12(2): 154-69.
- 410.- Tallis G M. Selection for an optimum growth curve. *Biometrics* 1968; 24: 169-77.

- 411.-Tatsuda K, Fujinaca K. Genetic mapping of QTL affecting body weight in chickens using a F2 family. *Br Poult Sci* 2001; 42: 333-7.
- 412.- Terraes JC, Sindik M, Revidatti F, Rigonatto T, Sandoval GL, Simón J. Efectos de la composición de la ración sobre el porcentaje de uniformidad en pollos parrilleros. En: *Actas de la XXVIX Sesión de Comunicaciones Científicas Facultad de Cs Veterinarias. UNNE. Corrientes, 2008.*
- 413.- Terraes JC, Sindik M, Sandoval L, Revidatti F, Fernández R, Simón J. Efectos de dos dietas de diferente composición sobre el porcentaje de uniformidad de pollos parrilleros hembras. En: *Actas de la XXVIII Sesión de Comunicaciones Científicas. Fac de Cs Veterinarias. UNNE. Corrientes, 2007.*
- 414.- Thiruvankadan A K, Prabakaran R y Panneerselvam S. Broiler breeding strategies over the decades: an overview. *World's Poult Sci* 2011; 67:309-36.
- 415.- Thorp B H. 1994. Skeletal disorders in the fowl: A review. *Avian Pathol* 1994; 23:203–36.
- 416.- Tierce J F, Nordskog A W. Performance of layer-type chickens as related to body conformation and composition. 1. A static analysis of shank length and body weight at 20 weeks of age. *Poult Sci* 6 1985; 4: 605-9.
- 417.- Toelle VD, Havenstein GB, Nestor KE, Harvey WR. Genetic and phenotypic relationships in Japanese quail. 1. Body weight, carcass and organ measurements. *Poult Sci* 1991; 70:1679-88.
- 418.- Toudic C. Evaluating uniformity in broilers. Factors affecting variation, 2009. En: www.thepoultrysite.com/articles/
- 419.- Tovar-Paredes JL. Narváez-Solarte W, Agudelo-Giraldo I. Tipificación de la gallina criolla en los agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva de Florencia (Caldas). *Revista Luna Azul* 2014; 41, 57-72. Recuperado http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com_content&view=article&id=103
- 420.- Trillo Nunes M, Fernández R, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Evaluación de dos híbridos experimentales de tres vías de pollo campero bajo dos manejos nutricionales. Análisis dinámico de la relación de conversión alimenticia. En: *XV Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Fac de Cs Veterinarias de la UNR. Casilda (Santa Fe) 2014.* <http://www.fveter.unr.edu.ar/jornadas>
- 421.- Tumova E, Teimouri A. Fat Deposition in the broiler chicken: a review. *Sci Agric Bohem* 2010; 41(2): 121-8.
- 422.- Udeh I, Isikwenu JO, Ukughere G. Performance characteristics and prediction of bodyweight using linear body measurements in four strains of broiler chicken. *Int J Anim Vet Adv* 2011 a; 3(1): 44-6.
- 423.- Udeh I, Ogbu CC. Principal component analysis of body measurements in three strains of broiler chicken. *Sci World J* 2011 b; 6 (2): 11-4.

- 424.- Ukwu HO, Okoro VMO y Nosike RJ. Statistical modelling of body weight and linear body measurements in nigerian indigenous chicken. IOSR J Agricult Vet Sci 2014; 7(1): 27-30.
- 425.- Urrutia S. El broiler del año 2001. Rev Avicultura profesional. 1997; 15(8): 23-8.
- 426.- van Bebber J, Mercer TC. Selection for efficiency in broilers: A comparison of residual feed intake with feed conversion ratio. Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph; 1994. p 53-60.
- 427.- van de Ven, L. Maximizando la uniformidad con técnicas de alto nivel. Avicultura Profesional Holanda. 2008; 26 (7), 10-13.
- 428.- van de Weerd HA, Keatinge R, Roderick S. A review of key health-related welfare issues in organic poultry production. World's Poult Sci J 2009; 65: 649-84.
- 429.- van Harn J, van Middelkoop K. Is there a future for slow growing broilers? World Poult 2001; 17 (8): 28-9.
- 430.- van Kaam JB, Bink MC, Bovenhuis H, Quaas RL. Scaling to account for heterogeneous variances in a Bayesian analysis of broiler quantitative trait loci. J Anim Sci 2002; 80, 45-56.
- 431.- van Kaam JBCHM, Groenen MAM, Bovenhuis H, Veenendaal A, Vereijken ALJ, Van Arendonk JAM. Whole genome scan in chickens for quantitative trait loci affecting growth and feed efficiency. Poult Sci 1999; 78: 15-23.
- 432.- van Kaam JBCHM, Groenen MAM, Bovenhuis H, Veenendaal A, Vereijken ALJ, Van Arendonk JAM. Whole genome scan in chickens for quantitative trait loci affecting carcass traits. Poult Sci 1999 b; 78: 1091-9.
- 433.- van Sickle DC. Control of postnatal bone growth. J Anim Sci 1985; 61 Suppl 2: 76-91.
- 434.- Vandegrift K, Cravener TL, Hulet RM, Roush WB. Analysis of the nonlinear dynamics of daily broiler growth and feed intake. Poult Sci 2003; 82:1091- 99.
- 435.- Vangen O y Skjervold H. Estimation body composition in pigs by computerized tomography. Pig News Inf 1981; 2(2):153-4.
- 436.- Vecchio L, Fernandez R, Martinez A, Advínculo SA, Álvarez C, Librera JE, Romera BM, Álvarez M, Dottavio AM, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión temprana en híbridos experimentales de pollo campero con diferentes estirpes maternas. En: Actas del XII Congreso y XXX Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. 2010 b.
- 437.- Vecchio L, Romera BM, Antruejo AE, Galvagni A, Canet ZE, Dottavio AM, Di Masso RJ. Eficiencia de conversión alimenticia y caracteres asociados en aves de carne con diferente velocidad de crecimiento. I: Evaluación en recría-terminación. En: Actas de las XI Jornadas de Divulgación Técnico-científicas 2010. Fac Cs Veterinarias UNR. 2010 a.

- 438.- Vélez A. Avicultura no tradicional: el pollo ecológico. Boletín de extensión N° 11 EEA-Pergamino, INTA. 1995.
- 439.- Vestergaard KS. Assessing animal welfare: the significance of causal studies of behaviour at the motivational level. *Acta Agric Scand Sect A Anim Sci Suppl* 1996; 27: 61-3.
- 440.- Vidyadaran M K. Quantitative observations on the pulmonary anatomy of the domestic fowl and other ground dwelling birds. [Ph D Thesis] Universiti Pertanian Malaysia. 1987.
- 441.- Vieira SL, Morán ET. Effects of extremes in egg weight from broiler breed flocks of diverse strain crosses on live performance, carcass quality and further processing yields. *J Appl Poult Res* 1998; 7: 339-46.
- 442.- Vitorović D, Pavlovski Z, Škrbić Z, Lukić M, Petričević V. Morphometric and biomechanical parameters of tibiotarsus in different strains of broilers. *Biotech Anim Husbandry* 2008; 24 (5-6), 53-9.
- 443.- Wang KH, Shi SR, Dou TC, Sun HJ. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poult Sci*; 2009. 88 (10): 2219-23.
- 444.- Warden C H, Yi N, Fisler J. Epistasis among genes is a universal phenomenon in obesity: evidence from rodent models. *Nutrition*. 2004; 20: 74–7.
- 445.- Watts G y Kennett C. The broiler industry. *Poult Tribune*. 1995 (Sep.): 6-18.
- 446.- Webster A J F. Bio-energetics, bio-engineering and growth. *Anim Prod* 1989; 48:249-69.
- 447.- Weeks CA. Some behavioural differences between fast and slow growing poultry. *Brit Poult Sci* 2002; 43: S24-6.
- 448- Westgren RE. Delivering food safety, food quality, and sustainable production practices: The Label Rouge poultry system in France. *Am J Agricul Econ* 1999; 81 (5): 1107-11.
- 449.- Willems OW, Miller SP, Wood BJ. Aspects of selection for feed efficiency in meat producing poultry. *World's Poult Sci J* 2013; 69: 77-87.
- 450.- Wilson SP, Genetic aspects of feed efficiency in broilers. *Poult Sci* 1969; 48: 487-95.
- 451.- Wood-Gush DGM. A history of the domestic fowl from antiquity to the 19th century. *Poult Sci* 1959; 38: 321-26.
- 452.- Yahaya HK, Ibrahim H, Abdulsalam S. Correlation between body weight and body conformation of two broiler strains under the same dietary treatment. Kaduna Polytechnic, Nigeria. *International Journal of Animal and Veterinary Advances* 2012; 4(3):181-3.
- 453.- Yakubu A, Kuje D, Okpeku M. Principal components as measures of size and shape in Nigerian indigenous chicken. *Thai J Agric Sci* 2009; 42 (3): 167-76.

- 454.- Yakubu A. Discriminant analysis of sexual dimorphism in morphological traits of African Muscovy ducks. *Archiv Zootec* 2011; 60: 1115–23.
- 455.- Yakupoglu C, Atil H. Comparison of growth curve models on broilers I. Parameters estimation. *Online J Biol Sci* 2001a; 1 (7) 680-81.
- 456.- Yakupoglu C, Atil H. Comparison of growth curve models on broilers II. Comparison of models. *Online J Biol Sci* 2001b; 1 (7) 682-84.
- 457.- Yang N, Jiang RS. Recent advances in breeding for quality chickens. *World's Poult Sci J* 2005; 61:373-82.
- 458.- Young LL, Northcutt JK, Buhr RJ, Lyon CE y Ware GO. Effects of age, sex, and duration of postmortem aging on percentage yield of parts from broiler chicken carcasses. *Poult Sci* 2001; 80: 376-9.
- 459.- Young M J, Nsosso SJ, Logan CM, Beatson PR. Prediction of carcass tissue weight in vivo using live weight, ultrasound or X-ray CT measurements. *Proc NZ Soc Anim Prod* 1996; 56: 205–211.
- 460.- 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.
- 461.- Zerehdaran S, Vereijken AL, van Arendonk J A, van der Waaij E H. Estimation of genetic parameters for fat deposition and carcass trait in broilers. *Poult Sci* 2004; 83:521–25.
- 462.- Zerehdaran S, Vereijken ALJ, van Arendonk JAM, Bovenhuis H, van der Waaij EH. Broiler breeding strategies using indirect carcass measurements. *Poult Sci* 2005; 84:1214–21.
- 463.- Zhang W y Aggrey SE. Genetic variation in feed utilization efficiency of meat-type chickens. *World's Poult Sci J* 2003; 59: 328-39.
- 464.- Zheng Q, Zhang Y, Chen, Yang N, Wang XJ, Zhu D. Systematic identification of genes involved in divergent skeletal muscle growth rates of broiler and layer chickens. *BMC Genom* 2009; 10:87.
- 465.- Zhou H, Deeb N, Evock-Clover CM, Ashwell CM, Lamont SJ. Genome-wide linkage analysis to identify chromosomal regions affecting phenotypic traits in the chicken. I. Growth and average daily gain. *Poult Sci* 2006a; 85(10):1700-11.
- 466.- Zhou H, Deeb N, Evock-Clover CM, Ashwell CM, Lamont SJ. Genome-wide linkage analysis to identify chromosomal regions affecting phenotypic traits in the chicken. II. Body composition. *Poult Sci* 2006b; 85(10):1712-21.
- 467.- Zhou H, Deeb N, Evock-Clover CM, Mitchell AD, Ashwell CM, Lamont SJ. Genome-wide linkage analysis to identify chromosomal regions affecting phenotypic traits in the chicken. III. Skeletal integrity. *Poult Sci* 2007; 86(2):255–66.

- 468.- Zobrisky SE. Bone In: E.S.E. Hafez Ed. Animal Growth and Nutrition, Lea and Febiger, USA, 1969 (citado por van Sickle, D.C. Control of postnatal bone growth. J Anim Sci 1985; 61 Suppl 2: 76-91)
- 469.- Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE. Growth, efficiency and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poult Sci 2014; 93:1–13.
- 470.- Zuidhof MJ. Mathematical characterization of broiler carcass yield dynamics. Poult Sci 2005; 84: 1108-22.
- 471.- Zulkifli I, Siegel PB. The good and bad of stress. Poult Dig 1995; 54: 18-24.