

CONFORMACIÓN CORPORAL y caracteres a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos

Canet, Z.E.^{1,3 *}; Advínculo, S.A.¹; Sciutto, A.C.¹;
Librera, J.E.^{1,3}; Dottavio, A.M.^{1,2}; Di Masso, R.J.^{1,2}

Resumen: La evaluación uni y multivariada de la conformación corporal de machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías destinados a la producción de pollos camperos, en comparación con Campero INTA como genotipo de referencia, tanto en términos de un conjunto de medidas lineales registradas antes de la faena como de cuatro índices zoométricos, puso en evidencia una base genética al menos parcialmente independiente para forma y tamaño corporal. El estudio de componentes principales de la proporción de pechuga, pata-muslo y grasa abdominal y del rendimiento a la faena mostró la existencia de fuentes de variación para pechuga y pata-muslo independientes de la grasa corporal así como dos fuentes de variación para pechuga, una de ellas independiente y la otra negativamente asociada con la proporción de pata-muslo. Si bien el análisis multivariado permitió caracterizar a las aves de uno y otro sexo en base a particularidades de potencial trascendencia selectiva no evidentes a partir de los respectivos análisis univariados, las diferencias entre grupos genéticos dentro de sexo no fueron productivamente trascendentes. Las aves de crecimiento lento evaluadas en este trabajo presentan un buen desarrollo muscular, a diferencia de los antiguos pollos de campo, mantienen el dimorfismo sexual propio de la especie y exhiben un fenotipo "tipo faisán" que les es característico y que, junto con una pigmentación variable de su plumaje diferente del blanco puro, los identifica y distingue de los híbridos comerciales propios de la avicultura industrial. En lo referente a los cortes de valor carnicero, pechuga y pata-muslo, los

dos cruzamientos experimentales de tres vías evaluados pueden considerarse similares entre sí y similares también al grupo de referencia.

Palabras clave: conformación corporal, grasa abdominal, pechuga, muslo, pollo campero.

Body conformation and slaughter traits in males and females of two three way experimental hybrids of free range chickens

Abstract: Univariate and multivariate characterization of male and female chickens belonging to two three-way experimental hybrids developed for producing free range chickens, in comparison with Campero INTA as the reference genotype, both in terms of a set of linear measurements recorded before slaughter as well as with four zoometric indices, revealed an at least partially independent genetic basis for shape and body size. The principal component multivariate analysis of carcass yield at slaughter plus breast, leg-thigh and abdominal fat proportions evinced the presence of sources of variation for breast and leg-thigh independent of body fat content as well as two sources of variation for breast percentage, one independent and the other negatively associated with leg-thigh proportion. Although the multivariate analysis allowed characterizing the birds of each sex in terms of some particularities of potential selective significance not apparent when using a univariate approach, differences among genetic groups within sex were not remarkable from a productive point of view. Slow-growing type birds evaluated in this study

1 Cátedra de Genética, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de Rosario. Av. Ovidio Lagos y Ruta 33. 2170 Casilda.

2 CIC-UNR.

3 EEA INTA Pergamino

* canet.zulma@inta.gov.ar

showed a good breast muscle development -unlike the old-fashioned field chickens- maintain the typical sexual dimorphism of the species and exhibit their characteristic "pheasant type" phenotype together with a variable plumage pigmentation different from pure white which identifies and distinguishes them from those hybrids usually exploited by the commercial poultry indus-

try. Regarding slaughter traits both experimental three-way crosses can be considered similar not only between them but also when compare with the reference genetic group.

Key words: Body conformation, abdominal fat, breast, thigh, free-range chickens.

\ Introducción \

Si bien por lo general en el ámbito de la producción animal -y del mismo modo en avicultura- la expresión conformación corporal suele asociarse con la cantidad y con la distribución de las masas musculares, en realidad la misma hace referencia al sistema esquelético de los individuos evaluados (Carden *et al.*, 1978). En el caso particular de las aves de carne se considera ventajosa una conformación corporal rectangular, con longitud, ancho y profundidad corporales bien balanceados (North, 1986). 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 la totalidad de la presión selectiva directa sobre el carácter ganancia diaria de peso. Otro carácter que fue adquiriendo paulatinamente preeminencia por parte de los genetistas fue el rendimiento de los cortes de valor carnicero: la pata-muslo y, fundamentalmente, la pechuga término con el que se designan colectivamente a los músculos pectorales de alto valor comercial. A este respecto se ha informado (Fleming *et al.*, 2007) un aumento promedio de 61g/kg en el rendimiento de pechuga ajustada a 2 kg de peso entre tres líneas control del año 1972 (113g/kg) e igual número de líneas mejoradas del año 2005 (174 g/kg). Posteriormente, ante la evidencia de las respuestas correlacionadas indeseables que acompañaron a la selección por peso corporal, se incorporó como objetivo la reducción de la incidencia de problemas metabólicos como la ascitis y de problemas locomotores vinculados principalmente con procesos de discondroplasia tibial (McKay *et al.*, 2000) relacionados con la base ósea de sustentación de los tejidos blandos y, por ende, con la conformación. El pollo Campero INTA (Bonino, 1997; Bonino y Canet, 1999), es un ave con una tasa de crecimiento menor que la expresada por los híbridos industriales, pensado para sistemas productivos semi-intensivos, que se asemeja fenotípicamente al antiguo pollo de campo. 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, 2010b). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del grupo genético, del sexo y de la respectiva interacción simple entre ambos sobre un conjunto de medidas lineales asociadas con la base ósea que determina la conformación de las aves al final del ciclo, como así también sobre cuatro índices zoométricos calculados a partir de algunas de dichas medidas y sobre los caracteres productivos a la faena, en dos cruzamientos experimentales de tres vías de pollo campero y en Campero INTA como genotipo de referencia.

\ Materiales y Métodos \

Aves

Se utilizaron aves, machos y hembras, de los siguientes grupos genéticos:

- a- híbrido de tres vías Campero Casilda producto del cruzamiento de gallos de la sintética paterna AH' por gallinas híbridas simples (macho sintética ES x hembra sintética A),
- b- híbrido de tres vías Campero Pergamino, producto del cruzamiento de gallos de la sintética paterna AH' por gallinas híbridas simples (macho sintética A x hembra sintética ES) y
- c- Campero INTA mejorado, población de referencia, producto del cruzamiento de gallos de la sintética paterna AH' por gallinas de la sintética materna E.

La constitución genética de las sintéticas mencionadas es (Bonino, comunicación personal): Sintética A [75% Cornish Colorado 25% Rhode Island Red], Sintética ES [87,5% Cornish Colorado 12,5% Rhode Island Red], Sintética E [50% Cornish Colorado 50% Rhode Island Red]. La sintética paterna AH' es una versión mejorada por velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión de la sintética AH [50% Havard, 50% Anak]. Todas ellas se generaron y se mantienen en la Sección Avicultura de la EEA Pergamino de INTA en la que se encuentra el núcleo genético que abastece de pollos camperos (Campero INTA) y de ponedoras autosexantes (Negra INTA y Rubia INTA) al Programa Pro-Huerta y a productores vinculados a Agricultura Familiar.

El día del nacimiento, todas las aves fueron sexadas por inspección de la cloaca, individualizadas con una banda alar numerada y vacunadas contra Marek. Hasta los 35 días de edad se criaron a piso como un único grupo,

con una densidad de 15 animales por m². A partir del día 36, 40 aves elegidas al azar de cada grupo genético y sexo se trasladaron a galpones con acceso a parque con una densidad de 2 aves por m², donde permanecieron hasta la faena.

Las aves recibieron *ad libitum* alimento balanceado Iniciador (3150 kcal EM aves; 18,5% PB; 0,96% Ca; 0,44% P) hasta los 35 días de edad, alimento Crecimiento (3240 kcal EMA; 17,5% PB; 0,77% Ca; 0,58% P) entre los 36 y los 56 días de edad y alimento Terminador (3350 kcal EMA; 15,1% PB; 0,85% Ca; 0,38% P) entre los 57 días y el día previo a la faena. Las aves fueron tratadas con el plan sanitario mínimo recomendado por el protocolo de producción de pollos camperos (Bonino, 1997).

El día previo a la faena se registraron las siguientes medidas morfométricas (Latshaw y Bishop, 2001): la longitud de la caña, la longitud de la tibia, 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 (porción de la longitud anterior tomada en su inicio a la altura del húmero y en su porción final a la altura del fémur), el ancho dorsal entre-húmeros (distancia en cm entre ambos húmeros), el ancho dorsal entre-fémures (distancia en cm entre ambos 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) y se calculó la superficie de la pechuga [(largo x ancho) / 2]. Todas las medidas lineales mencionadas se registraron con calibre a excepción de la circunferencia corporal que se midió con una cinta métrica inextensible.

Además, para cada ave de cada grupo genético y sexo, se calcularon los siguientes índices zoométricos de conformación (Dottavio *et al.*, 2010a):

- 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 representa la base ósea del muslo, un corte de valor carnívero. A mayor valor de este índice mayor base de sustentación del muslo 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 y un valor < 1 indica un ave con cuerpo más angosto en la parte delantera que trasera, es decir, una 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 y un valor < 1 indica un ave de cuerpo estilizado / alargado.

En 30 aves de cada grupo genético y sexo se determinó el peso corporal pre-faena (g), el peso eviscerado (g), el peso (g) de dos cortes de valor carnicero: pechuga (con hueso) y pata-muslo derecho y el peso (g) del depósito de grasa abdominal como estimador del contenido de grasa corporal. Los porcentajes de pechuga, pata muslo y grasa abdominal se calcularon como proporción del peso corporal eviscerado. El rendimiento de la canal (%) se calculó como $[(\text{peso corporal eviscerado} / \text{peso vivo pre-faena}) \times 100]$.

Análisis estadístico

Análisis univariado (Sheskin, 2011)

El efecto del grupo genético y del sexo como factores principales y de la interacción simple entre ambos sobre cada una de las medidas morfométricas registradas así como sobre la superficie de la pechuga y los cuatro índices zométricos calculados a partir de las mismas, se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 3 x 2 (tres grupos genéticos por dos sexos).

El efecto del grupo genético -en machos y hembras por separado- se evaluó con un análisis de la variancia a un criterio de clasificación seguido de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

El efecto del sexo, dentro de grupo genético, se evaluó con una prueba t de Student para datos independientes.

Análisis multivariado (Carrasco y Hernán, 1993)

Las medidas morfométricas lineales -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 cada grupo genético

y sexo, se analizaron con la técnica multivariada de componentes principales de manera tal de resumirlas en combinaciones lineales de las mismas que expliquen 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). La asociación entre las componentes principales con mayor poder explicativo y los cuatro índices de conformación, la superficie de la pechuga y el peso corporal pre-faena se cuantificó utilizando el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson.

El mismo análisis se aplicó a los caracteres productivos registrados a la faena (proporción de pechuga sin hueso, proporción de pata-mulso derecho, proporción de grasa abdominal y rendimiento) en una sub-muestra (n=30) de las mismas aves.

\ Resultados \

Análisis univariado

Medidas morfométricas e índices de conformación

Los Cuadros 1 y 2 resumen los valores correspondientes a las medidas lineales registradas en el animal vivo así como aquellas -superficie de la pechuga e índices zoométricos- derivadas posteriormente a partir del cálculo de relaciones particulares entre algunas de ellas, en machos y en hembras, respectivamente. El Cuadro 3 presenta el significado estadístico de los efectos de los factores principales (grupo genético y sexo) y de la respectiva interacción simple entre ambos.

Se observó un efecto significativo ($P < 0,05$) de la interacción grupo genético x sexo sobre las variables: longitud dorsal, atribuible a Campero INTA que presentó un valor promedio menor a ambos híbridos en machos y mayor en hembras; ancho inter-húmeros, atribuible a las hembras Campero Casilda que mostraron un menor valor promedio del carácter, hecho no observado en el caso de los machos y ancho inter-fémures, atribuible a que en machos el menor valor promedio correspondió a Campero INTA y en hembras a Campero Casilda. Si bien la presencia de interacciones significativas dificulta la interpretación de los efectos de los factores principales, el efecto sexo fue altamente significativo ($P < 0,0001$) para todos los caracteres a excepción de la superficie de la pechuga. Se observaron efectos significativos del grupo genético sobre la longitud de la caña y de la tibia

-correspondiendo, en ambos casos, menores valores a Campero INTA- el ancho inter-húmeros y el ancho inter-fémures.

Con respecto a los índices zoométricos, tanto en machos como en hembras los tres grupos genéticos presentaron similar base de sustentación del muslo por unidad de longitud de la caña (Índice 1), siendo los valores mayores en el caso de las hembras. Los machos presentaron mayores valores promedio del Índice 2 que las hembras, indicador de que poseen pechugas más alargadas. Se constató una interacción significativa sobre los valores de los índices 3 y 4 resultante del menor valor observado en el primer caso en los machos Campero INTA y al diferente comportamiento de machos y hembras del mismo genotipo de referencia con un valor mayor a los dos híbridos experimentales en machos y menor en hembras, en el segundo.

Caracteres a la faena

Los Cuadros 4 y 5 resumen los valores correspondientes a las variables a la faena en machos y hembras, respectivamente. El Cuadro 6 presenta el significado estadístico de los efectos de los factores principales (grupo genético y sexo) y de la respectiva interacción simple entre ellos para los mismos caracteres.

A excepción del peso no se observó efecto significativo de la interacción grupo genético x sexo ($P > 0,05$) en ninguno de los otros caracteres lo que permitió evaluar el efecto de los dos factores principales. Se observó efecto del grupo genético sobre la proporción de pechuga que fue menor en Campero INTA, sobre la proporción de pata-muslo que fue mayor en el mismo genotipo y sobre el rendimiento a la faena que fue menor en Campero Pergamino. Con respecto al efecto del sexo las hembras presentaron mayor proporción de pechuga y de grasa abdominal y menor proporción de pata-muslo y rendimiento a la faena que los machos en los tres grupos genéticos.

Análisis multivariado

Medidas morfométricas e índices de conformación

Las dos primeras componentes principales (PC1 y PC2) explicaron, en conjunto, el 72,6% de la variancia total observada.

La primera componente (PC1) explicó el 55,5% de la variancia y se correlacionó negativa y significativamente con la longitud dorsal ($r = -0,243$; $P = 0,001$), el ancho inter-fémures ($r = -0,211$; $P = 0,005$) y, principalmente, con

el ancho inter-húmeros ($r = -0,310$; $P < 0,0001$) por lo que, a mayores valores de esta componente corresponden aves más cortas y más angostas vistas desde arriba. La misma componente no mostró asociación estadísticamente significativa con el peso corporal pre-faena, una variable no incluida en su cálculo y se correlacionó -si bien débilmente- en forma negativa y significativa ($r = -0,155$; $P = 0,04$) con el Índice 3 y en forma positiva ($r = 0,181$; $P = 0,015$) con el Índice 4, por lo que puede interpretarse como un indicador de la *Forma* del animal. Los valores de esta componente agruparon a las aves según su sexo (Gráfico 1) ubicándose los machos a la izquierda del plano (Cuadrantes II y III), con valores promedio negativos para la misma (Media aritmética \pm error estándar - Campero Casilda: $-1,981 \pm 0,1249$; Campero Pergamino: $-2,331 \pm 0,1070$ y Campero INTA: $-1,573 \pm 0,1209$; $P < 0,001$), lo que las identifica como aves más largas y anchas que las hembras. Estas últimas se ubicaron a la derecha del plano (Cuadrantes I y IV), con valores positivos (Campero Casilda: $2,047 \pm 0,1013$; Campero Pergamino: $1,773 \pm 0,1820$ y Campero INTA: $2,064 \pm 0,1610$; $P = 0,319$).

La segunda componente (PC2) explicó el 17,1 % de la variancia total expresada por los datos y se correlacionó, con signo negativo, con la longitud de la tibia ($r = -0,180$; $P = 0,016$), el ancho inter-fémures ($r = -0,240$; $P = 0,001$) e inter-húmeros ($r = -0,197$; $P = 0,008$) y las dos medidas lineales asociadas a la pechuga: la longitud ($r = -0,170$; $P = 0,023$) y, principalmente, el ancho ($r = -0,309$; $P < 0,0001$). A mayor valor de PC2 corresponden, en consecuencia, aves con tibias más cortas, más angostas vistas desde arriba y con pechugas más cortas y angostas. Dado que la misma componente mostró una asociación negativa y estadísticamente significativa con el peso corporal pre-faena ($r = -0,152$; $P = 0,042$), con la superficie de la pechuga ($r = -0,346$; $P < 0,0001$) y con el Índice 4 ($r = -0,166$; $P = 0,026$) podría considerarse un indicador de *Tamaño* corporal general. En este caso, las aves de los tres grupos genéticos (Machos - Campero Casilda: $0,358 \pm 0,1732$; Campero Pergamino: $0,136 \pm 0,1737$ y Campero INTA: $0,242 \pm 0,1288$; $P = 0,618$ y Hembras - Campero Casilda: $0,319 \pm 0,2254$; Campero Pergamino: $-0,695 \pm 0,2441$ y Campero INTA: $-0,239 \pm 0,2569$; $P = 0,015$) mostraron un rango que incluyó tanto valores negativos (aves de mayor tamaño) como positivos (aves de menor tamaño), correspondiendo mayor uniformidad a los machos (Coeficiente de variación - Machos: 355%; Hembras: 673% y Rango - Machos: $-2,537/2,548$; Hembras: $-3,061/3,747$). La distribución de los machos en los cuadrantes II y III no mostró efecto significativo del grupo genético de pertenencia ($X^2 = 2,010$; $P = 0,366$) a diferencia de lo observado en el caso de las hembras ($X^2 = 11,3$; $P = 0,004$) en que 2/3 partes

de las aves Campero Casilda se ubicaron en el Cuadrante I (menor tamaño) mientras que la misma proporción de aves Campero Pergamino y Campero INTA se localizaron en el Cuadrante IV (mayor tamaño).

Caracteres a la faena

En este caso las dos primeras componentes principales explicaron, en conjunto, el 78,2% de la variancia total observada (Grafico 2).

La primera componente (PC1) explicó el 47,8% de la variancia y se correlacionó en forma significativa ($P < 0,0001$) con signo negativo ($r = -0,661$) con la proporción de pechuga y con signo positivo ($r = 0,890$) con el rendimiento a la faena por lo que puede denominarse componente *Pechuga*. Las hembras ($P < 0,001$) de ambos híbridos experimentales presentaron valores promedio negativos para esta componente (Media aritmética \pm error estándar - Campero Casilda: $-1,381 \pm 0,4169$; Campero Pergamino: $-1,710 \pm 0,3551$), mientras que las hembras Campero INTA presentaron valores promedio positivos ($0,4813 \pm 0,2565$) al igual que los machos ($P = 0,072$) de los tres genotipos (Campero Casilda: $1,055 \pm 0,3718$; Campero Pergamino: $0,238 \pm 0,3252$ y Campero INTA: $1,262 \pm 0,2889$).

La segunda componente (PC2) explicó el 30,4% de la variancia y mostró correlación significativa ($P < 0,0001$) de signo negativo con la proporción de pata muslo ($r = -0,558$) y positivo con la proporción de pechuga ($r = 0,724$) y con el rendimiento a la faena ($r = 0,253$) y se la puede caracterizar como componente *Cortes valiosos*. Los machos presentaron valores promedio negativos de la componente (Campero Casilda: $-0,380 \pm 0,3495$; Campero Pergamino: $-0,708 \pm 0,2816$ y Campero INTA: $-1,063 \pm 0,2973$; $P = 0,305$) y las hembras valores promedio positivos (Campero Casilda: $0,745 \pm 0,2007$; Campero Pergamino: $0,848 \pm 0,3337$ y Campero INTA: $0,557 \pm 0,2319$; $P = 0,729$).

La proporción de grasa abdominal no se asoció en forma significativa con ninguna de las dos primeras componentes principales (PC1: $r = 0,079$, $P = 0,292$; PC2: $r = 0,085$, $P = 0,259$). La tercera componente principal (PC3), que explicó el 14,5% de la variancia total, se correlacionó en forma significativa pero con diferente signo con la proporción de grasa abdominal ($r = 0,667$) y con la proporción de pata-muslo ($r = -0,747$) y se la identificó como componente *Grasa*.

Las tres componentes principales mostraron asociación con el peso eviscerado, una variable no incluida en su cálculo: positiva ($r = 0,459$; $P < 0,0001$) con PC1 y negativa con PC2 ($r = -0,253$; $P = 0,0006$) y con PC3 ($r = -0,279$; $P < 0,0001$).

\ Discusión \

El registro de medidas corporales y el cálculo de índices zoométricos son habituales en la descripción y caracterización de las diferentes razas y poblaciones de 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). Los cuatro índices de conformación evaluados en este caso han sido desarrollados por el grupo de trabajo con la finalidad de caracterizar la conformación del pollo campero en tanto representa un aspecto que los diferencia notoriamente de los híbridos comerciales destinados a la producción en sistemas intensivos (Dottavio *et al.*, 2010a). El análisis univariado del efecto del grupo genético, en machos y hembras por separado, tanto sobre las medidas lineales registradas en el animal vivo antes de la faena como sobre los índices zoométricos de conformación permitió poner en evidencia ciertas diferencias particulares entre los grupos tales como la menor longitud de caña y tibia en Campero INTA. Algo similar puede decirse de la caracterización univariada de las aves de uno y otro sexo con respecto a los índices. En comparación con las hembras, los machos presentan similar base de sustentación del muslo (Índice 1), pechugas más alargadas (Índice 2), una tendencia algo mayor a ensancharse en dirección caudal (Índice 3) y un cuerpo algo menos compacto (Índice 4). Sin embargo, la conformación como tal no es un carácter que, como ocurre con el peso corporal, pueda medirse directamente en los individuos. Por el contrario, se trata de un fenotipo complejo que involucra una multiplicidad de caracteres individuales lo que justifica abordar su caracterización desde una óptica multivariada. En tal sentido, el análisis de componentes principales aplicado a los mismos caracteres permitió constatar al menos tres cuestiones vinculadas con el peso corporal. Por un lado la capacidad de las medidas lineales registradas en el animal vivo antes de la faena para producir agrupamientos significativos discriminando machos de hembras por su forma corporal independientemente del peso (PC1). En segundo término, la existencia de fuentes de variación para el ancho inter-fémures y el ancho inter-húmeros con diferente asociación con el peso corporal. Por último, variancia para tamaño corporal común a los dos sexos e independiente de las diferencias observadas en la forma del cuerpo (PC2). Con respecto a la primera cuestión, la componente principal que explica la mayor proporción de la variancia fenotípica no mostró correlación con el peso de las aves en el momento de la determinación -una variable no incluida en el análisis multivariado- poniendo de manifiesto una base

genética al menos parcialmente independiente entre la forma y el tamaño de las aves. El dimorfismo sexual en conformación no es consecuencia del dimorfismo sexual en peso corporal habitual en el pollo campero (Librera *et al.*, 2012) y evidente también en este caso, con machos en promedio un kg más pesados que las hembras a la misma edad cronológica sino, más bien, inherente al diferente comportamiento de las medidas lineales en aves de uno y otro sexo. Con respecto a la segunda cuestión se observa que la distancia que separa ambos fémures, al igual que aquella que separa ambos húmeros, se asociaron en forma negativa y significativa con los valores tanto de la primera como de la segunda componente principal. A partir de esta evidencia, y teniendo en cuenta que cada componente es una combinación lineal de las variables incluidas en el modelo independiente de las restantes, puede afirmarse que una fracción de la variancia asociada a ambos caracteres -aquella que forma parte de la primera componente principal- está intrínsecamente vinculada con la forma del cuerpo independientemente del peso del ave, mientras que una segunda fracción de la misma -incluida en la segunda componente principal- se presenta asociada con el tamaño de las aves coincidentemente con la longitud de la tibia, el ancho y la superficie de la pechuga y el Índice 4 que caracteriza volumétricamente a los individuos. El enfoque multivariado puso de manifiesto una tercera particularidad en la asociación entre variables morfométricas y el peso corporal en tanto, dentro de sexo, y por ende para cada forma corporal, se observó variabilidad en el tamaño de acuerdo a los valores de la segunda componente, variancia que es relativamente mayor en las hembras.

A diferencia de lo mencionado para las medidas lineales, en el caso de los caracteres a la faena, todas las componentes identificadas presentaron relación con el peso de las aves. Para estas variables se constataron una serie de asociaciones interesantes desde el punto de vista genético y productivo. Dado que, como se mencionó previamente, las componentes no están correlacionadas de modo tal que explican fracciones independientes de la variancia global, es posible especular acerca de la existencia de diferentes fuentes de variancia para los cortes valiosos de interés carnicero y para el contenido de grasa. Por un lado habría dos fuentes de variancia para proporción de pechuga, ambas independientes del contenido de grasa. Una de ellas, vinculada con los valores de la primera componente es independiente de la proporción de pata-muslo y muestra una relación inversa con el peso eviscerado y con el rendimiento a la faena. La otra fuente de variancia identificable en relación al corte de mayor valor tiene una relación inversa con la proporción de pata-muslo y con el peso eviscerado y directa con el

rendimiento a la faena. De acuerdo con la primera de estas dos fuentes de variancia independientes hay, por un lado, aves con mayor proporción de pechuga no asociada con la proporción de pata-muslo pero de menor peso eviscerado y menor rendimiento global y, por otro, aves con mayor proporción de pechuga pero menor proporción de pata muslo, de menor peso eviscerado pero mayor rendimiento a la faena. La representación conjunta de ambas componentes ubica a las hembras en el sector superior del gráfico debido a su menor proporción de pata-muslo separando a los híbridos experimentales de ese sexo (Cuadrante II) del grupo genético de referencia (Cuadrante I) en función de la menor proporción de pechuga de este último. Los valores negativos de la primera componente asociados a los híbridos de tres vías, en comparación con el valor promedio positivo de la primera componente de las hembras Campero INTA, pondría en evidencia un predominio en los primeros de la fuente de variancia para proporción de pechuga no asociada con la proporción de pata-muslo lo que explica también su menor rendimiento a la faena. Los machos, por su parte, aparecen agrupados en el extremo superior izquierdo del Cuadrante IV como resultado de su menor proporción de pechuga, mayor proporción de pata-muslo y mayor rendimiento a la faena. Por último, la fuente de variancia para grasa abdominal es independiente de la fuente de variancia para pechuga, un corte que se caracteriza por ser extremadamente magro y está asociada inversamente con la proporción de pata-muslo y con el peso eviscerado. Estas relaciones complejas remarcan lo inadecuado que puede resultar en ocasiones el fenotipo como estimador del genotipo y encienden una luz de advertencia acerca de posibles respuestas alternativas esperables cuando se ejerce presión de selección sobre un carácter a la faena en particular como ser, por ejemplo, la proporción de pechuga. Tomando en consideración que las componentes derivadas del análisis de componentes principales han sido propuestas y utilizadas como índices selectivos, su empleo permitiría hacer uso de fuentes de variancia particulares vinculadas con el carácter de interés. Si bien el análisis multivariado permite caracterizar a las aves de uno y otro sexo en base a particularidades de potencial trascendencia selectiva no evidentes a partir de los respectivos análisis univariados, las diferencias entre grupos genéticos dentro de sexo no son productivamente trascendentes y, a excepción tal vez de una ligera ventaja de las hembras de los grupos experimentales sobre Campero INTA en términos de proporción de pechuga, todos ellos pueden considerarse equivalentes al respecto. Los valores observados en la proporción de pechuga y pata muslo por unidad de peso eviscerado son los habituales para este tipo de aves similares, por

ejemplo, en los machos a los registrados en la progenie de dicho sexo derivada del cruzamiento de hembras de cinco poblaciones sintéticas por machos de una población sintética mejorada por velocidad de crecimiento y eficiencia alimenticia (Advínculo *et al.*, 2011).

Por lo general, la conformación corporal de las aves para producción de carne se asocia con la proporción de cortes valiosos y con el rendimiento de la carcasa. Romera (2013) caracterizó, en forma uní y multivariada, la conformación corporal a la faena de machos y hembras de los mismos cruzamientos experimentales evaluados en este trabajo en comparación con la de un híbrido comercial. Los agrupamientos generados por el análisis de componentes principales así como la ausencia de errores de asignación entre aves de uno y otro tipo observado en el análisis discriminante pusieron en evidencia que además de la menor velocidad de crecimiento exigida por el protocolos de producción, las aves camperas son más longilíneas y presentan patas más largas y un cuerpo más estilizado, lo que las hace fácilmente identificables como tales y diferenciables de los híbridos industriales. Pese a su diferente conformación corporal, este tipo de aves presenta rendimientos a la faena y proporciones de cortes valiosos compatibles con la finalidad productiva perseguida.

\ Conclusiones \

En la avicultura industrial, el pollo para carne conocido familiarmente como pollo parrillero o *broiler* es un tipo de ave, de uno u otro sexo, que se caracteriza por presentar, además de una rápida velocidad de crecimiento, un notorio desarrollo de sus masas musculares, principalmente en la región pectoral (pechuga) y en las extremidades (muslos), que le confiere una conformación “redondeada”, diferente de la que tienen las poblaciones de aves para postura. Los resultados muestran que las aves de crecimiento lento evaluadas en este trabajo, presentan un buen desarrollo muscular, a diferencia de los antiguos pollos de campo, mantienen el dimorfismo sexual propio de la especie y exhiben un fenotipo característico, que puede ser descrito como “tipo faisán” que junto con una pigmentación variable de su plumaje diferente del blanco puro los identifica y distingue de los híbridos comerciales propios de la avicultura industrial. En lo referente a los cortes de valor carnicero los dos cruzamientos experimentales de tres vías evaluados pueden considerarse similares entre sí y similares también al grupo de referencia.

\ Bibliografía \

- Advínculo, S.A; Lagostena, G; Varela, D; Álvarez, C; Librera, J.E; Romera, B.M; Canet, Z.E; Dottavio, A.M; Di Masso, R.J. 2011. Caracteres a la faena en híbridos experimentales de pollo campero con diferente estirpe materna. Actas XII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas en Ciencias Veterinarias. Jornada Nacional de Divulgación Técnico Científica 2011. Facultades de Ciencias Veterinarias UNL/UNR. Disponible en: <http://www.fveter.unr.edu.ar/jornadas2011/1.ADV%cdNCULOS,%20Caracteres....pdf>. Consultado en Diciembre de 2014.
- Bedotti, D; Gómez Castro, A.G; Sánchez Rodríguez, M; Martos Peinado, J. 2004. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra colorada pampeana. Arch. Zootec., 53: 261-271.
- Bonino, M.F. 1997. Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA. EEA Pergamino.
- Bonino, M.F. y Canet, Z.E. 1999. El pollo y el huevo Campero. INTA.
- Bravo, S; Sepúlveda, N. 2010. Índices zoométricos en ovejas criollas araucanas. Int. J. Morphol., 28 (2):489-495.
- Carden, A.E; Goenaga, P.R; Schang, M.J. 1978. 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, 8 p.
- Carrasco, J.L; Hernán, M.A. 1993. Estadística multivariante en las ciencias de la vida. Ed. Ciencia 3, S.L. Madrid, 1993.
- Contreras, G; Chirinos, Z; Zambrano, S; Molero, E; Páez, A. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. Rev. Fac. Agron., (LUZ), 28: 91-103.
- Dottavio, A.M; Amoroto, I; Romera, B.M; Álvarez, M; Canet, Z.E; Di Masso, R.J. 2010a. Conformación corporal en poblaciones de pollos para carne con diferente velocidad de crecimiento. Revista FAVE - Ciencias Veterinarias, 9 (2): 25-36, 2010.
- Dottavio, A.M. y Di Masso, R.J. 2010b. Mejora de avicultura para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. Journal of Basic and Applied Genetics, BAG 21 (2), Art. 12.
- Fleming, E.C; Fisher, C; McAdam, J. 2007. Genetic progress in broiler traits – implications for welfare. Proceedings of the British Society of Animal Science. Society's Annual Conference in Southport, Abstract 050, p. 74.
- Gómez, N.C; Bustinza, R.H; Revidatti, M.A; Ferrando, A; Milán, M.J; Jordana, J. 2012. Caracterización morfológica y faneróptica de la cabra apurimeña peruana. Actas Iberoamericanas de Conservación Animal, (2): 57-60.
- Jaap, R.G. 1937. Estimating the influence of heredity on tarso-metatarsal length of the domestic turkey. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science, 18: 11-13.
- Latshaw, J.D; Bishop B.L. 2001. Estimating body weight and body composition of chickens by using noninvasive measurements. Poult. Sci., 80: 868-873.
- Lerner, I M. 1937. Relative growth and hereditary size limitation in the domestic fowl. Hilgardia, 10: 511-560.
- Librera, J.E; Álvarez, M; Lucach, S; Serrano, C; Velázquez, J; Canet, Z.E; Dottavio, A.M; Di Masso, R.J. 2012. Comportamiento del dimorfismo sexual en peso corporal en función de la edad en híbridos experimentales de pollos camperos. XIV Congreso y XXXII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario. Disponible en: http://www.sbr.org.ar/libro_resumenes_2012.pdf. Consultado en Diciembre de 2014.
- Mallo, G; Villar, E; Melo, J; Miquel, M.C; Capelletti, C; Paoletta, M. 1999. Correlaciones fenotípicas y ecuaciones de regresión para

- estimaciones del peso y proporción de la pechuga. XVI Congreso Latinoamericano de Avicultura, pp. 435-439.
- Martínez, R; Fernández, E; Abbiati, N; Broccoli, A. 2007. Caracterización zoométrica de bovinos criollos: patagónicos vs. Noroeste argentino. *Rev. MVZ Córdoba* 12(2): 1042-1049.
- McKay, J.C; Barton, N.F; Koerhuis, A.N.M; McAdam, J. 2000. The challenge of genetic change in the broiler chicken. In: W.G. Hill y otros (eds.) *The challenge of genetic change in animal production*. Occ. Publ. Brit. Soc. Anim. Sci., 27: 1-7.
- North, M. 1986. *Manual de Producción Avícola*. 3ª. Edition. 856 p. Editorial El Manual Moderno, México, D F 856.
- Raggi, A; Montenegro, A; Abaca, E; Dottavio, A.M; Antruejo, A.E; Galvagni, A; Font, M.T. y Di Masso, R.J. 2009. Longitud de la caña-estimador del desarrollo esquelético-en dos poblaciones experimentales de pollos camperos. Análisis dinámico. Actas de las X Jornadas de Divulgación Técnico-científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNR.
- Romera, B.M. 2013. 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. Universidad Nacional de Luján.
- Sheskin, D.J. 2011. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. Chapman & Hall, USA.
- Yakubu, A; Kuje, D; Okpeku, M. 2009. Principal components as measures of size and shape in Nigerian indigenous chicken. *Thai J Agric Sci.*, 42: 167-176.

Cuadro 1. Indicadores de morfometría corporal pre-faena de machos de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Indicador de morfometría	Grupo Genético		
	Campero Casilda	Campero Pergamino	Campero INTA
Peso corporal (g)	3178 ± 37,7	a 3065 ± 40,1	a 3089 ± 32,1
Longitud de la caña (cm)	11,24 ± 0,042	a 11,19 ± 0,043	ab 11,03 ± 0,064
Longitud de la tibia (cm)	16,49 ± 0,069	ab 16,55 ± 0,072	a 16,23 ± 0,086
Longitud de la pechuga (cm)	16,06 ± 0,094	a 16,15 ± 0,103	a 16,09 ± 0,109
Ancho de la pechuga (cm)	8,44 ± 0,090	a 8,32 ± 0,092	a 8,31 ± 0,075
Superficie de la pechuga (cm ²)	67,8 ± 0,93	a 67,2 ± 0,88	a 66,9 ± 0,83
Longitud dorsal (cm)	25,1 ± 0,19	ab 25,3 ± 0,18	a 24,7 ± 0,14
Ancho entre húmeros (cm)	8,24 ± 0,076	a 8,18 ± 0,056	a 8,24 ± 0,046
Ancho entre fémures (cm)	11,52 ± 0,105	a 11,61 ± 0,087	a 10,99 ± 0,065
Circunferencia corporal (cm)	36,4 ± 0,30	a 36,9 ± 0,24	a 36,9 ± 0,18
Índice 1	1,468 ± 0,006	a 1,480 ± 0,005	a 1,469 ± 0,007
Índice 2	1,908 ± 0,017	a 1,948 ± 0,021	a 1,941 ± 0,019
Índice 3	0,717 ± 0,008	a 0,706 ± 0,005	a 0,517 ± 0,005
Índice 4	1,452 ± 0,013	a 1,461 ± 0,011	ab 1,496 ± 0,010

Referencias: 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.

Cuadro 2. Indicadores de morfometría corporal pre-faena de hembras de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Indicador de morfometría	Grupo Genético		
	Campero Casilda	Campero Pergamino	Campero INTA
Peso corporal (g)	2191 ± 31,1	a 2237 ± 30,9	a 2194 ± 28,8
Longitud de la caña (cm)	9,59 ± 0,057	a 9,57 ± 0,054	a 9,25 ± 0,089
Longitud de la tibia (cm)	14,45 ± 0,069	ab 14,75 ± 0,121	a 14,26 ± 0,092
Longitud de la pechuga (cm)	15,05 ± 0,097	a 14,95 ± 0,165	a 14,93 ± 0,069

Continúa>>

Ancho de la pechuga (cm)	8,91 ± 0,091	a	8,92 ± 0,122	a	8,66 ± 0,085	a
Superficie de la pechuga (cm ²)	67,8 ± 0,931	a	66,9 ± 1,38	a	64,7 ± 1,02	a
Longitud dorsal (cm)	21,1 ± 0,21	a	21,3 ± 0,21	a,b	22,0 ± 0,25	b
Ancho entre húmeros (cm)	8,17 ± 0,085	a	8,85 ± 0,093	b	8,96 ± 0,102	b
Ancho entre fémures (cm)	9,10 ± 0,088	a	9,71 ± 0,113	b	9,73 ± 0,098	b
Circunferencia corporal (cm)	35,0 ± 0,29	a	35,8 ± 0,37	a	35,1 ± 0,32	a
Índice 1	1,508 ± 0,012	a	1,542 ± 0,014	a	1,545 ± 0,013	a
Índice 2	1,697 ± 0,014	ab	1,666 ± 0,020	b	1,732 ± 0,014	a
Índice 3	0,898 ± 0,003	a	0,889 ± 0,008	a	0,918 ± 0,006	a
Índice 4	1,661 ± 0,014	a	1,677 ± 0,015	a	1,599 ± 0,015	b

Referencias: 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.

Cuadro 3. Efectos del grupo genético, el sexo y la interacción entre ambos factores principales sobre indicadores de morfometría corporal pre-faena de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Indicador de morfometría	Efecto		
	Grupo Genético	Sexo	Interacción
Peso corporal (g)	F = 0,90 P = 0,408	F = 1078 P < 0,0001	F = 2,81 P = 0,0624
Longitud de la caña (cm)	F = 12,34 P < 0,0001	F = 1170 P < 0,0001	F = 1,00 P = 0,371
Longitud de la tibia (cm)	F = 10,93 P < 0,0001	F = 747 P < 0,0001	F = 1,01 P = 0,366
Longitud de la pechuga (cm)	F = 0,092 P = 0,915	F = 138 P < 0,0001	F = 0,362 P = 0,695
Ancho de la pechuga (cm)	F = 2,130 P = 0,121	F = 37,5 P < 0,0001	F = 0,870 P = 0,420
Superficie de la pechuga (cm ²)	F = 2,00 P = 0,138	F = 1,02 P = 0,314	F = 0,70 P = 0,499
Longitud dorsal (cm)	F = 0,88 P = 0,416	F = 479 P < 0,0001	F = 7,08 P = 0,001
Ancho entre húmeros (cm)	F = 13,9 P < 0,0001	F = 46,7 P < 0,0001	F = 15,74 P < 0,0001
Ancho entre fémures (cm)	F = 8,12 P = 0,0004	F = 588 P < 0,0001	F = 19,13 P < 0,0001
Circunferencia corporal (cm)	F = 2,52 P = 0,082	F = 36,7 P < 0,0001	F = 0,74 P = 0,481

Continúa>>

Índice 1	F = 2,93 P = 0,056	F = 51,2 P < 0,0001	F = 1,6 P = 0,205
Índice 2	F = 2,17 P = 0,116	F = 262 P < 0,0001	F = 2,75 P = 0,07
Índice 3	F = 130 P < 0,0001	F = 2624 P < 0,0001	F = 215 P < 0,0001
Índice 4	F = 1,35 P = 0,261	F = 269 P < 0,0001	F = 11,61 P < 0,0001

Cuadro 4. Variables a la faena de machos de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Variable a la faena	Grupo Genético		
	Campero Casilda	Campero Pergamino	Campero INTA
Peso vivo pre faena (g)	3178 ± 37,7 a	3065 ± 40,1 a	3089 ± 32,1 a
Peso eviscerado (g)	2348 ± 32,7 a	2239 ± 31,4 b	2278 ± 24,7 b
Proporción de pechuga (%)	26,2 ± 0,34 a	26,4 ± 0,25 a	25,8 ± 0,25 a
Proporción de pata-muslo (%)	15,2 ± 0,16 a	15,5 ± 0,16 a	15,9 ± 0,18 a
Proporción de grasa abdominal (%)	2,39 ± 0,098 a	2,48 ± 0,102 a	2,29 ± 0,191 a
Rendimiento de la canal (%)	73,8 ± 0,38 a	73,1 ± 0,36 a	73,8 ± 0,29 a

Referencias: Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar.

Tamaño muestral: n = 30 aves por grupo genético.

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

Cuadro 5. Variables a la faena de hembras de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Variable a la faena	Grupo Genético		
	Campero Casilda	Campero Pergamino	Campero INTA
Peso vivo pre faena (g)	2191 ± 31,1 a	2237 ± 30,9 a	2194 ± 28,8 a
Peso eviscerado (g)	1583 ± 21,7 a	1613 ± 26,4 a	1619 ± 23,8 a
Proporción de pechuga (%)	28,4 ± 0,26 a	28,6 0,29 a	27,2 0,25 b
Proporción de pata-muslo (%)	14,6 ± 0,10 a	14,5 0,14 a	14,7 0,15 a
Proporción de grasa abdominal (%)	2,77 ± 0,181 a	3,06 ± 0,152 a	3,25 ± 0,244 a
Rendimiento de la canal (%)	72,3 ± 0,39 a	72,0 ± 0,40 a	73,7 ± 0,25 b

Referencias: Todos los valores corresponden al promedio ± error estándar.

Tamaño muestral: n = 30 aves por grupo genético.

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

Cuadro 6. Efectos del grupo genético, el sexo y la interacción entre ambos factores principales sobre variables a la faena de dos híbridos experimentales de pollo campero y del genotipo de referencia

Variable a la faena	Efecto		
	Grupo Genético	Sexo	Interacción
Peso vivo pre faena (g)	F = 0,90 P = 0,409	F = 1078 P < 0,0001	F = 2,81 P = 0,0624
Peso eviscerado (g)	F = 1,07 P = 0,345	F = 955 P < 0,0001	F = 3,60 P = 0,030
Proporción de pechuga (%)	F = 7,39 P = 0,0008	F = 74 P < 0,0001	F = 1,41 P = 0,248
Proporción de pata-muslo (%)	F = 3,83 P = 0,024	F = 57,8 P < 0,0001	F = 2,06 P = 0,130
Proporción de grasa abdominal (%)	F = 0,84 P = 0,433	F = 21,5 P < 0,0001	F = 1,51 P = 0,223
Rendimiento de la canal (%)	F = 5,95 P = 0,003	F = 9,55 P < 0,0001	F = 2,13 P = 0,122

Gráfico 1. Representación bidimensional de las dos primeras componentes principales (PC1 y PC2) correspondientes al análisis de las medidas lineales de conformación, discriminando los valores de cada subgrupo genotipo-sexo

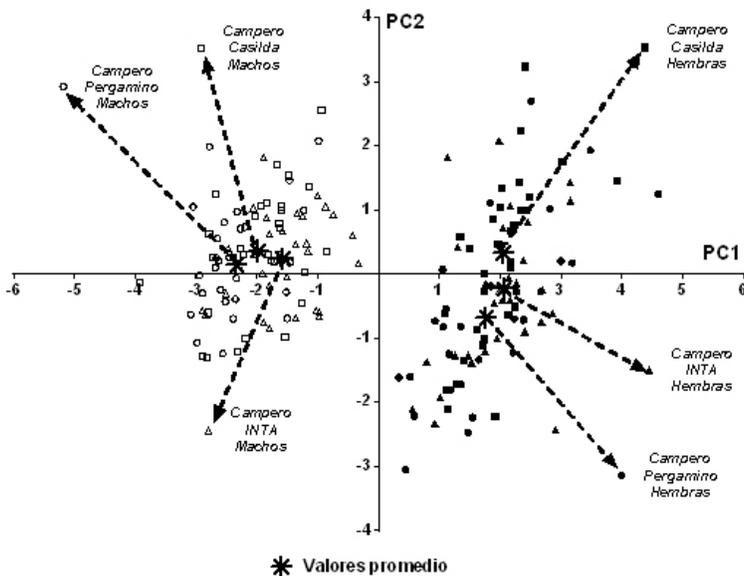


Gráfico 2. Representación bidimensional de las dos primeras componentes principales (PC1 y PC2) correspondientes al análisis de los caracteres a la faena, discriminando los valores de cada subgrupo genotipo-sexo

