

**Informe para la solicitud de inclusión de
la raza de gallina “*Extremeña Azul*”
en el Catálogo Oficial de Razas
de Ganado de España.**



Octubre 2016

Autores:

Memoria para solicitud de catalogación oficial de la raza:

M^a Nazaret García Cuadrado
Centro de Investigaciones Científicas y
Tecnológicas (CICYTEX)



CENTRO DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
DE EXTREMADURA

Paloma de los Ángeles Bartolomé García
Centro de Selección y Reproducción
Animal de Badajoz (CENSYRA)



JUNTA DE EXTREMADURA

Informe sobre caracterización genética de la raza:

Amparo Martínez Martínez
Laboratorio de Genética Molecular Aplicada
Animal Breeding Consulting, S.L.



Juan Vicente Delgado Bermejo
Profesor Titular Dpto. de Genética
Universidad de Córdoba



Índice

A. Nombre de la Raza	5
B. Historia de la Raza	5
• Origen histórico y geográfico	5
• Evolución territorial de su distribución	8
• Aspectos culturales y ganaderos de importancia	9
• Reconocimientos oficiales precedentes	10
• Historia reciente de la raza.	11
C. Morfología de la Raza	13
D. Comparación morfológica y productiva con razas afines	22
E. Aptitudes pasadas y recientes de la raza	24
F. Censos, tendencia o evolución, número de criadores y distribución territorial	26
G. Situación poblacional de la raza de cara a su clasificación como de fomento o en peligro de extinción.	30
H. Caracterización genética	32
I. Medidas sobre gestión y organización de la raza	47
J. Utilización sostenible de la Raza	47
K. Asociación de criadores	49
L. Disponibilidad de material genético o banco de germoplasma	49
Agradecimientos	49
Bibliografía	50

A. Nombre de la raza

Gallina Extremeña Azul.

B. Historia de la raza

Origen histórico y geográfico

Darwin apuntó el origen monofilético del pollo doméstico, es decir, su evolución a partir de una sola especie, *Gallus gallus*; pero aunque esta hipótesis tiene defensores (Fumihito et al., 1996) actualmente se considera probado su origen polifilético por intervención de las cuatro especies del género *Gallus*.

La mayor parte del genoma de los pollos actuales proviene de la especie *Gallus gallus*, el gallo rojo de la jungla, habiendo intervenido cuatro de sus cinco subespecies: *G. g. gallus*, *G. g. murghi*, *G. g. spadiceus* (Kanginakudru et al, 2008; Pramoual et al., 2013) y *G. g. jabouillei* (Peter et al, 2016). La subespecie *G. g. bankiva* no aportó genes al pollo probablemente por su aislamiento reproductivo (Pramoual et al, 2013), lo que además propició que se diferenciara tanto genéticamente que se ha propuesto reclasificarla como otra especie de *Gallus* (Kanginakudru et al., 2008).

Gallus sonneratii, el gallo gris de India, ha aportado a razas comerciales de pollos de carne el gen de la piel amarilla del que carece *G. gallus* (Eriksson et al., 2008), mientras que *G. varius*, gallo verde de Java, y *G. lafayetti*, gallo de Ceylán, han aportado genes a razas autóctonas del sureste asiático (Miao et al., 2013).

Para investigar el origen geográfico de los pollos, el inicio de su domesticación y las rutas prehistóricas de dispersión por el planeta, se combinan técnicas arqueológicas y de genética molecular.

Actualmente se debaten dos hipótesis: la clásica sitúa el origen geográfico del pollo en la actual zona de distribución de su antecesor, el gallo rojo de la jungla, en el este de India, Borneo, Malasia y Tailandia y postula que hubo muchos centros de domesticación en el norte de India y en el Sur y sudeste de China unos 5.400 años a.d.C. (West y Zhou, 1988 cit. Liu et al, 2006; cit. Storey et al., 2012); la hipótesis más reciente surgió del hallazgo de huesos de pollo en Nanzhuagtou, un yacimiento arqueológico del norte de China, datados 10.465-10.430 años a.d.C., adelantando la domesticación del pollo al Neolítico, hace 10.000 años, coincidiendo con el inicio de la agricultura y la domesticación del cerdo y el perro (Xiang et al., 2014). Peters et al. (2016) rechazaron esta última hipótesis basándose en una amplia revisión bibliográfica.

El estudio del DNA mitocondrial, que se hereda solo por vía materna, provee marcadores genéticos que permiten agrupar los linajes maternos de los pollos actuales según sus linajes maternos ancestrales en haplogrupos nombrados con letras: Liu et al. (2006) definieron nueve haplogrupos (A-I), Storey et al (2012) añadieron otros dos y Miao et al. (2013) incluyeron tres subhaplogrupos.

Los haplogrupos permiten relacionar el origen genético y geográfico, conocer la biodiversidad de las poblaciones de pollos actuales y comparar los genomas actuales y los hallados en yacimientos arqueológicos para configurar mapas filogenéticos y geográficos del origen y dispersión del pollo desde los centros de domesticación prehistóricos.

Solo los haplogrupos A, B y E están mundialmente distribuidos. El haplogrupo E es el más frecuente en las razas europeas y tiene su origen en el subcontinente Indio, mientras que los A y B son originarios de China (Yunan y áreas cercanas), los F y G se restringen a China, I está principalmente en Vietnam, y los C (muy extendido en Japón) y D se originarían relativamente hace poco tiempo quizá en el sudoeste de China (Liu et al., 2006).

El haplogrupo E es el históricamente ligado a los pollos europeos, los haplogrupos A-D se introdujeron más recientemente (Dana et al., 2010). Girdland et al. (2014) analizaron DNA de huesos de pollo hallados en 12

yacimientos europeos desde 280 a.d.C. al S XVIII, concluyendo que en los pasados 500 años se fijaron el gen asociado con el color amarillo de la piel y el relacionado con el fotoperiodo y la reproducción (gen TSHR).

Según datos arqueológicos, los pollos llegaron al centro de Europa unos 3.000 años a.d.C, en la Edad del Hierro, a través de dos rutas, una por el norte a través de China y Rusia, y otra por el sur desde India, a través de Asia Menor y Norte de África por el Mediterráneo (West y Zhou, 1988 cit. Liu et al, 2006).

Storey et al. (2012) analizaron, entre otras, muestras de huesos de pollos hallados en yacimientos españoles datados en 1000 y 1450 a.d.C. identificando distintos haplotipos del haplogrupo E. Los pollos fueron introducidos en la Península Ibérica en las primeras centurias del primer milenio a.d.C. por las poblaciones de origen oriental que colonizaron los territorios meridionales, por lo que el recurso no estaba aún suficientemente implantado en la Edad del Hierro Peninsular en torno al año 1000 a.d.C. (Detry & Arruda, 2013).

La expansión de los pollos por el planeta está ligada a los movimientos humanos. Gallinas de diversas procedencias pudieron llegar a España con las migraciones indoeuropeas (unos 1000 años a.d.C.), con los fenicios (800 años a.d.C), con los romanos (S.I), con los godos (S. V) y con los árabes (S. VIII), conformando el primer pool de razas ibéricas; los viajes entre Europa y Oriente Medio motivados por las Cruzadas en el S.XII y S. XIII y los grandes viajes de exploración del mundo en los siglos XV a XVII a América, África, India y Sureste Asiático pudieron contribuir a la introducción de nuevos genes. A mediados del S. XIX se introdujeron en Europa razas de origen asiático y durante el S. XX los híbridos industriales se impusieron en la producción avícola relegando a las razas autóctonas.

Lyimo et al. (2015) analizaron el ADN mitocondrial de cincuenta y cinco razas de gallinas de 10 países europeos, confirmando que el haplotipo E es el predominante, el A está en mucha menor proporción y los B, C y D son minoritarios; las razas de gallinas de tipo mediterráneo tienen mayor diversidad de haplotipos y nucleótidos que las gallinas del noreste y del este europeo (y

menor que las de exhibición y las de tipo asiático); en la gallina de tipo mediterráneo domina el haplogrupo E (96,9%) y es minoritario el haplotipo A (3,1%).

Cecobelli et al (2015) analizaron el ADN mitocondrial de dieciséis razas de gallinas de cinco países de la cuenca Mediterránea hallando además de los anteriormente mencionados haplotipos B, C y D, los F, G y H. Este estudio incluye seis razas españolas, entre ellas la “Extremeña Azul” que tuvo el mayor valor de diversidad de nucleótidos con solo dos haplotipos pertenecientes a dos haplogrupos, E y A. La “Extremeña Azul”, la “Leghorn Italiana” y la “Maltesa Negra” comparten haplotipo A, de ellas la genéticamente más próxima a la “Extremeña Azul” es la “Maltesa Negra”. Los autores del trabajo citan a Borg (1933) que opinaba que la Maltesa en algún momento fue descendiente directa de razas españolas. Esta relación genética concuerda con los datos históricos y puede remontarse a la Baja Edad Media cuando la Orden de Malta heredó los bienes de la Orden del Temple tras ser abolida ésta en 1312 y a la presencia de la Corona de Aragón (aliada del Temple) en Cerdeña, Sicilia y Nápoles desde finales del S. XIII hasta comienzos del S. XVII.

Evolución territorial de su distribución

En la Península Ibérica desde el S.VIII hasta el S. XV, las fronteras entre los reinos peninsulares y los territorios dominados por los árabes fueron móviles o permeables, Extremadura era parte de esa zona de conflicto y de intercambio.

Antes de que el Reino de León se uniese a Castilla (1230), los leoneses tuvieron un importante papel en la conquista y repoblación de Extremadura, de lo que da fe la toponimia (Calera de León, Fuentes de León), toponimia que también recuerda la importancia en estas tierras de la Orden del Temple (Jerez de los Caballeros, Puebla del Maestre). Los Templarios, una Orden religiosa y militar creada en Francia para proteger a los peregrinos a Tierra Santa, conquistaron Jerusalén en 1099 y establecieron conexiones entre Europa y Oriente Medio. En España, los Caballeros del Temple participaron en la Batalla de las Navas de Tolosa (1212) y en la conquista de Murcia, recibiendo en recompensa, entre

otras plazas, Jerez de los Caballeros y Fregenal de la Sierra en Extremadura. Esta Orden pudo contribuir a la creación y expansión de una gallina que bien pudiera ser el ancestro común de las razas de plumaje gris españolas “Indio de León”, “Extremeña Azul” y “Andaluza Azul”, y de las francesas “Bleau de Les Landes” (ya extinta) y del “Côq de Pêche du Limousin” (en peligro), siendo el Camino de Santiago una de las vías de diseminación de estas aves durante la Edad Media.

Alfonso X el Sabio creó La Mesta en 1273, una organización de ganaderos que dio lugar al establecimiento de la red de cañadas reales, rutas para la circulación de los rebaños en busca de pastos temporales que aún atraviesan la Península Ibérica. El ámbito inicial de la Mesta fue Castilla y León, en 1480 se abrió la comunicación con Aragón y en 1492 con Andalucía. Cuando la práctica de la trashumancia comenzó a declinar se abolió la Mesta, en 1836. Las gallinas seguramente trashumaron con los pastores por toda la Península durante siglos, pero las condiciones socioeconómicas y la menor industrialización en el oeste de España, favoreció que las gallinas azules se mantuvieran hasta el S XX en zonas adyacentes a la Vía de la Plata y a las Cañadas Leonesa Oriental y Occidental que unen la montaña leonesa con las dehesas extremeñas y andaluzas, como comprobó Orozco (1989).

Cuando cesó la práctica de la trashumancia, la población extremeña de gallinas azules se asentó en pueblos y cortijos hasta que a partir de los años 50 del pasado siglo la irrupción de la avicultura industrial propició que las razas comerciales la desplazaran casi totalmente, prueba de ello es que en 1991, cuando la Junta de Extremadura inició el programa de recuperación, se hallaron animales en solo cinco municipios extremeños.

Aspectos culturales y ganaderos de importancia.

La rusticidad de la gallina Extremeña Azul, la característica más apreciada por los avicultores, se evidencia en su resistencia a las enfermedades, sus bajos requerimientos nutricionales, su capacidad para pastar y depredar, y su buen comportamiento maternal. Es una raza de doble aptitud, con producciones de

huevos y carne no desdeñables. En cuanto al comportamiento, es un animal vivaz, que busca activamente el alimento, se limpia y acicala y despliega los rituales de cortejo, cubrición y anidamiento. Su docilidad depende del manejo a que se someta. Si se mantienen muchos machos juntos en parques o corrales, sus peleas para establecer la jerarquía ocasionan bastantes bajas; sin embargo varios machos con suficientes gallinas pueden formar sus harenes y convivir sin problemas.

Reconocimientos oficiales precedentes.

La raza de gallina “Extremeña Azul” ha sido objeto de muchos trabajos de investigación y ha generado publicaciones científicas y de divulgación, nacionales e internacionales. Consta en el libro “Razas de gallinas españolas” (Orozco, 1989), en la “Endangered Breeds List” de la FAO 2007 y en la “Guía de campo de las razas autóctonas españolas” (Fernández et al, 2009).

Las Asociaciones de Avicultores extremeñas promovieron esta gallina dentro y fuera de la Comunidad Autónoma en exposiciones, concursos y ferias.

En la Comunidad Autónoma, la gallina “Extremeña Azul” ha participado en 2005 y 2008, respectivamente, en el I y II Concurso-Exposición Monográfico Nacional de la Gallina Extremeña Azul de FEAVIR (Feria Avícola de Ribera del Fresno); en 2008 en AVIHOR (Exposición Avícola de Hornachos) y en 2009, 2010 y 2012, respectivamente, en el III, IV y V Concurso Exposición Monográfico Nacional de la Gallina Extremeña Azul Ciudad de Almendralejo. También ha estado presente en las Ferias Internacional Ganadera de Zafra y Feria Agroganadera de Trujillo.

A nivel nacional la gallina “Extremeña Azul” ha participado en algunas ediciones del Campeonato de España de Razas Autóctonas que organiza FESACOCUR (Federación Española de Avicultura, Colombicultura y Cunicultura de raza): en 2007 en Castropol (Asturias), en 2009 en Sariñena (Aragón), en 2010 en Gijón (Asturias), en 2012 en Alba de Tormes (Castilla-La Mancha), en 2014 en Talavera de la Reina (Castilla-La Mancha) y en 2015 en Villafranca del Penedés (Cataluña).

Historia reciente de la raza (últimos 30 años)

La raza “Extremeña Azul” comenzó a configurarse como tal en la década de los años 80 del pasado siglo, cuando el Dr. Orozco, investigador del INIA, halló en la Comarca de la Serena (Badajoz) una gallina de plumaje gris, que incluyó en su libro sobre razas de gallinas españolas con el nombre de Gallina “Extremeña Azul” (Orozco, 1989). Una población de estas aves se mantuvo unos años en la Finca del INIA “El Encin” (Madrid) aunque finalmente se desechó (Campo, 2011).

En 1991 la Junta de Extremadura inició un programa de recuperación de la Gallina “Extremeña Azul”. Los primeros animales y huevos fértiles procedían de nueve avicultores de los siguientes municipios: Montijo (Fulgencio), Casar de Cáceres (Alejandro Vivas Fernández), La Codosera (Luciano Caballero y Agustín Casillas), Mérida (Pedro Romero Chivo) y Castuera (Juan José del Pozo Fernández, Benjamín Fernández Sánchez, Manuel Cáceres Pino y Alfonso Cáceres Pino) (c.p. Muriel). Diversos proyectos de I+D financiaron la búsqueda, multiplicación y selección morfológica de estas aves en la Finca Valdesequera de la Junta de Extremadura, encargándose en principio Ángel Bosch, del IRTA Mas Bové de Cataluña, y Ángel Muriel, quien continuó esta labor hasta 1997, relevándole Mariano Cancho. Muriel retomó la responsabilidad de la conservación de la población de Valdesequera en marzo de 2000, hasta junio de 2009. Para entonces la población de Valdesequera se ajustaba en gran medida al patrón morfológico básico publicado por Orozco (2000). Ángel Muriel aportó la ficha de la gallina “Extremeña Azul” publicada en la Guía de campo de las razas autóctonas españolas (Fernández et al, 2009).

La conservación de la población de gallinas de Valdesequera durante los años 2010 y 2011 fue responsabilidad de Antonio Serrano y Nazaret García y a partir de 2012 de ésta última. En 2011 el Dr. Juan Vicente Delgado, Director del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba propuso incluir a la población de Valdesequera en un estudio sobre la biodiversidad de las razas españolas de gallinas, dentro de otro más amplio sobre razas europeas liderado

por el Dr. Emiliano Lasagna de la Universidad de Perugia (Italia). Paralelamente en la Universidad de Córdoba se analizaron con marcadores microsatélites muestras de sangre de 53 gallos (21 grises, 17 blancos y 15 negros) y de 99 hembras (30 grises, 35 blancas y 34 negras) concluyendo que la población de gallina “Extremeña Azul” de Valdesequera tiene una gran homogeneidad genética y que se diferencia perfectamente de la raza comercial Broiler y de las otras tres razas andaluzas analizadas: “Sureña”, “Utrerana” y “Combatiente Español”; que no se hallan signos de endogamia ni exceso de homocigotos y que no existe diferenciación genética entre las tres variedades de plumaje. En función del valor de su coeficiente de adscripción a la raza fueron descartados como reproductores en 2012 el 23% de todos los machos y el 4,13% de las hembras analizadas.

A partir de los animales de Valdesequera, se crearon dos núcleos de conservación de gallina “Extremeña Azul”: en 2012 en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Extremadura (UEX) y en 2014 en el Centro de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA) de la Junta de Extremadura.

Paralela e independientemente de la conservación de la población de Valdesequera, avicultores de Cáceres y de Badajoz se esforzaron en recuperar, conservar y seleccionar *in situ* ejemplares de gallinas “Extremeña Azul” tomando también como patrón de selección el de Orozco (2000). En 2011 las Asociaciones de avicultores existentes se unieron en la Asociación de Criadores de Gallinas de Raza Extremeña Azul (ACGEXA).

El trabajo realizado en la Universidad de Perugia comparando el DNA mitocondrial de 16 razas de 5 países de la Cuenca Mediterránea concluye que las razas europeas derivan de tres linajes maternos y tienen moderado nivel de biodiversidad, agrupándose la mayoría en el Haplogrupo E con origen en el subcontinente indio. Las otras razas españolas comparadas en este estudio son la “Pita Pinta Asturiana”, la “Gallina Valenciana de Chulilla”, la “Gallina de Sobrarbe”, la “Gallina Sureña” y el “Combatiente Español”. La raza “Extremeña Azul” se agrupa en los Haplogrupos E (de origen indio) y A (de origen chino) junto con otras cuatro razas: “Livornesa”, “Modenesa”, “Maltesa” y “Chulilla”. Los

dos haplotipos de la Extremeña difieren en 8 nucleótidos, situándose detrás de la Livornesa en el valor de la diversidad de nucleótidos (Cecobelli et al., 2015).

Dado que en estos dos últimos trabajos no participaron las otras dos razas azules españolas, “Indio de León” y “Andaluza Azul”, se realizó otro estudio genético (Martínez y Delgado, 2016) cuyo informe se incluye en esta memoria (punto H), en el que se comparan éstas y otras cuatro razas autóctonas españolas (“Castellana Negra”, “Sureña”, “Utrerana” y “Combatiente español”), dos razas comerciales de carne y puesta (“Cornish” y “Leghorn”) y una raza de Nigeria como *outgroup*.

C. Morfología de la raza

Características generales

La raza es de aptitud mixta, huevos y carne. El tipo de ave es intermedio entre las de tipo mediterráneo y las de tipo atlántico, algo más ligera que las semipesadas. Es de pluma lisa, cresta simple y tarsos desnudos. Tiene tres variedades de color de plumaje: gris, blanco y negro. Los rasgos morfológicos distintivos son el color de plumaje del heterocigoto, el de las orejillas y el de los tarsos, y también el color del huevo.

Plumaje:

El color del plumaje de las gallinas esta determinado por varios genes que interactúan entre sí, los seis más importantes en las razas españolas son: Bl, E, Co, S, Lg y Ml (Orozco, 1989). En la raza “Extremeña Azul” se reconoce la presencia de cuatro de ellos: Bl, E, Lg y Ml.

El gen Blu o Azul (Bl) determina el grado de dilución del pigmento eumelanina en las plumas de modo que el heterocigoto gris (Blbl) puede tener tonalidades más claras o más oscuras; cuando la dilución es total (BlBl) el plumaje es blanco o blanco sucio y cuando la dilución es nula (blbl) el plumaje es negro con irisaciones verdes.

El gen multialélico E codifica el color de plumaje negro (EE). El gen se evidencia en los pollitos negros que no lo son totalmente, sino que tienen plumón amarillento en pecho y vientre, también se manifiesta por la presencia de plumas blancas en el ala de los jóvenes (cobijas del vuelo y/o rémiges primarias). El gen Colombino (Co), propio de razas asiáticas, si es dominante no produce ningún efecto en el gen E y no codifica dimorfismo sexual para el color del plumaje.

El gen del laceado (Lg), cuando se expresa, se observa solo en el heterocigoto gris determinando un ribete más oscuro en la parte visible de las plumas.

El gen melanótico (MI), de dominancia incompleta, es responsable de la formación de pigmento negro que oscurece el color de la piel de la cara y de las plumas de la cabeza, esclavina, dorso, silla y arco de las alas.

El gen Silver (S), ligado al sexo, es transmitido por los machos, cuando es dominante (SS, S-) aparecen plumas plateadas y cuando es recesivo (ss, s-) aparecen plumas marrones, rojas o doradas. La aparición de plumas de cualquiera de estos colores en la "Extremeña Azul" se considera defecto.

Durante los primeros meses de vida los pollos mudan de pluma al menos tres veces, con la llegada de la pubertad (6-7 meses) el plumaje puede considerarse definitivo. El tipo de alimentación y la exposición a la luz solar tiene efecto sobre el color de las plumas.

Orejillas:

Las orejillas son rojas o con predominio del color rojo sobre el blanco, con la edad puede aumentar la cantidad de blanco.

Tarsos:

El color de los tarsos está determinado por la interacción de dos genes: el de la presencia o ausencia de melanina en la endodermis de los tarsos id+ (ligado al sexo) y el gen del color de la epidermis W que permite la deposición de carotenoides en la piel codificando piel amarilla en recesivo (ww) y piel blanca en dominante (WW) y expresándose en función de la presencia de carotenoides en

la alimentación. La presencia del gen de la piel amarilla es una de las pruebas del origen polifilético de los pollos, pues *Gallus gallus* carece de él, proviniendo de *Gallus sonneratii*, el gallo gris de India (Erickson et al., 2008).

La raza “Extremeña Azul” tiene los tarsos verdes y la piel amarilla, su configuración genética es $id+/id+ + w/w$.

Huevo:

El huevo de la gallina “Extremeña Azul” es moreno claro con tonalidad rosada o marfileña. Se ha observado la puesta circunstancial de algún huevo blanco por aves que habitualmente los ponen morenos. El tamaño del huevo en el primer ciclo de puesta es medio (53-63 gr.), en el segundo ciclo de puesta son más pequeños y más grandes (49-78 gr.). La puesta anual ronda los 200 huevos/ave enjaulada con un régimen luz/oscuridad de 14/10h.

ESTÁNDAR RACIAL

El patrón aceptado por la Asociación de criadores ACGEXA, se basa en el de Orozco (2000) y Francesc (2006).

Denominación

Raza de Gallina Extremeña Azul.

Variedades de color de plumaje

Además del prototipo gris, se aceptan como variedades de color de plumaje el blanco sucio (blanco salpicado de gris o negro) y el negro (con irisaciones verdes) que corresponden a los homocigotos BIBI y blbl) respectivamente.

Prototipo racial

El heterocigoto para el gen Blu (Blbl), de plumaje gris más o menos oscuro con o sin laceado.

Morfología General

Plumaje: No muy ceñido y de plumas redondeadas.

Huevo: De tamaño medio (53-63gr) y color moreno claro, con tinte rosado o marfil.

Peso: Gallo adulto de 2,500 a 4,200 Kg – Gallina de 1,300 a 3,200 Kg

Diámetro de las anillas: Gallo 22 – Gallina 20

Morfología específica del gallo.

Cabeza: Larga y ancha.

Cara: Lisa, llena y de color rojo vivo.

Cresta: Tamaño mediano, sencilla, recta y con cinco o seis dientes; está bien asentada en la cabeza pero el espolón no está pegado, sino que se desvía ligeramente de la línea del cuello; de color rojo vivo.

Barbillas: No muy largas, lisas, algo redondeadas en la punta, y de color rojo vivo.

Orejillas: De tamaño mediano, pegadas a la cara, lisas, lanceoladas y de color rojo.

Pico: Fuerte, vigoroso y curvado en la punta, de color gris oscuro o negro, con la punta de color córneo amarillento.

Ojos: Grandes y redondeados, de color entre castaño rojizo y anaranjado.

Cuello: De longitud mediana, poco arqueado, con plumas de la esclavina abundantes que descansan claramente en los hombros del ala.

Tronco: Ancho, profundo y bastante largo.

Dorso: Ancho, de longitud mediana, inclinando de delante hacia atrás y con abundantes caireles.

Pecho: Ancho, profundo y redondeado.

Cola: De tamaño medio, hoces bien curvadas pero no demasiado largas, formando en el arranque un ángulo de 45° con la horizontal.

Abdomen: Ancho y bien desarrollado.

Extremidades:

Alas: Bien pegadas y ceñidas al cuerpo.

Muslos: Tamaño medio, fuertes, bien formados y rectos.

Tarsos: Más bien largos, gruesos y fuertes; con cuatro dedos fuertes y rectos. Tanto unos como otros de color verde más o menos intenso.

Color del plumaje:

Esclavina, dorso, hombros, silla, caireles: Azul oscuro y lustroso.

Alas, cola, muslo, subcolor y plumón: Azul pizarra.

Cuerpo y pecho: Azul pizarra con o sin ribeteado de azul más oscuro.

Morfología específica de la gallina.

En general como en el gallo, teniendo en cuenta las diferencias debidas al sexo.

Barbillas: Más cortas que las del gallo y redondeadas

Pico: Menos curvado que el del gallo.

Cresta: Recta, sencilla y no demasiado grande (en algún caso puede estar algo curvada hacia un lado).

Cola: Formando un ángulo entre 35° y 45° con la horizontal.

Dorso: Menos inclinado que el del gallo.

Color del plumaje: en cabeza y cuello azul pizarra oscuro y en el resto del cuerpo azul pizarra con o sin ribeteado de azul más oscuro.

Espolón: Se acepta la presencia de espolón en las hembras.

Huevo: Los huevos son de color moreno claro, con tinte rosado o marfil. El peso de los huevos oscila en torno a 60 gr.

Defectos graves o descalificaciones

- Blanco en la orejilla si ocupa más de un tercio.
- Cualquier pluma roja o plateada en el plumaje.
- Huevos de cáscara blanca.

Ejemplares adultos



Fotografías 1 y 2: Ejemplares adultos.



Fotografía 3: Gallos en parques



Fotografía 4: Macho adulto con identificación individual

Ejemplares jóvenes



Fotografía 5: Macho Joven



Fotografía 6: Hembra joven



Fotografía 7: Cabeza de macho de 3 meses



Fotografía 8: Cabeza de hembra de 3 meses



Fotografía 12: Pollita 4, 5 meses.



Fotografía 13: Pollitos de 2 meses

Pollitos



Fotografía 14: Pollitos recién nacidos.

Variedades



Fotografía 9: Hembras de la variedad azul



Fotografía 10: Hembras de la variedad blanca



Fotografía 11: Hembras de la variedad negra

D. Comparación morfológica y productiva con razas afines

Hay variedades de razas comerciales de gallinas con plumaje azul y morfología general similar a la gallina extremeña, como la “Plymouth Rock Azul” y la “Isazul” o “Biblue”, productoras de huevos, y la “Australorps”, la “Jersey Giant” y la “Cornish”, productoras de carne, todas ellas creadas en el siglo pasado.

En cuanto a razas tradicionales o autóctonas de plumaje azul, actualmente existen tres razas europeas reconocidas como en peligro de extinción: la francesa “Coq de Pêche du Limousin” y las españolas “Indio de León” y “Andaluza Azul”.

El gallo del Limousin fue reconocido como raza autóctona en 1991 y al año siguiente obtuvo el reconocimiento internacional. La referencia más antigua sobre los gallos de León se remonta a 1624, en el manuscrito de Astorga de Juan de Bergara.

Los “Gallos de pesca del Limousin” e “Indio de León” producen pluma para hacer señuelos de pesca. Ambas razas se crían en zonas a gran altitud, de suelos graníticos y clima con grandes variaciones térmicas, considerándose este tipo de hábitat la razón de la calidad de la pluma. A pesar de tener la misma aptitud, la selección de estos gallos ha sido distinta: en Francia admiten la variedad negra y no admiten la blanca, por el contrario los criadores leoneses han seleccionado contra el negro (gen *Ml* melanótico y otros genes cuantitativos de acción más o menos melanótica) y contra tonalidades oscuras del gris por lo que los heterocigotos son gris claro nada azules y los homocigotos son muy blancos (Orozco y Puebla, 1986). Tampoco prefieren franceses y leoneses las mismas plumas para hacer señuelos.

El “Indio de León” tiene una distribución geográfica restringida al Valle del Curueño en León. En diciembre de 2008 la población leonesa contaba con 29 machos y 376 reproductoras localizados en 5 municipios. La prohibición en la Comunidad Autónoma de Castilla y León de pescar con “mosca ahogada”, el

señuelo que se hace con sus plumas, ha puesto a la raza en situación crítica, en 2015 quedaban dos criadores según Tomás Gil, presidente de la Asociación de Criadores de Gallos de León. En el entorno del lago de Sanabria, Zamora, había en 2009 una subpoblación de “Indio de León” (De la Fuente y Yanes, 2010), según Gil, mezclada con “Pardo de León”.

La gallina “Extremeña Azul” es intermedia por fenotipo a las poblaciones Andaluza y Leonesa, siendo más similar a las primeras por su tipo y a las segundas por su plumaje (Campo y Orozco, 1984). En un estudio genético sobre razas españolas mantenidas en la Finca El Encín del INIA, Dávila et al. (2009) comprobaron que las razas “Indio de León” y “Andaluza Azul” forman un cluster, confirmando, como suponía Orozco, que tienen un origen común, no obstante se diferencian genéticamente, lo que demuestra la importancia de la etnografía en la creación de variedades y de la filogeografía en la conservación (Domínguez y Vázquez, 2009).

La raza “Andaluza Azul” fue creada en el S XIX por avicultores ingleses cruzando las primitivas gallinas andaluzas con Menorquina Azul, Española Azul Carablanca, y Combatiente Inglés Antiguo Azul para obtener una raza ornamental, la actual gallina Andaluza Azul (llamada británica) cuyo patrón de raza se publicó en el Reino Unido en 1846 y en Estados Unidos en 1874 (Campo, 2011). La “primitiva Andaluza Azul” (llamada ahora ceniza) era famosa por sus grandes huevos blancos y su poca aptitud para la cloquez, características que no comparte la Extremeña.

Admitiendo la relación genética entre las razas autóctonas azules, la selección ejercida sobre ellas permite diferenciarlas morfológicamente por el color del plumaje, el color de la orejilla, el de los tarsos y el del huevo.

El plumaje de los gallos de pesca leonés y francés presentan muchas tonalidades de pluma, incluyendo tonalidades rojas, doradas y plateadas; el color de la “Andaluza” fue mejorado en Inglaterra de modo que el gris es muy azulado y presenta laceado uniforme mientras que la “Extremeña” mantiene una capa azul ceniza menos llamativa con o sin laceado.

La orejilla de la “Andaluza” es blanca y almendrada, siendo roja o roja algo moteada de blanco en las “Limousin”, “Indio” y “Extremeña”.

Los tarsos de la “Extremeña” son verdes, los de la “Andaluza” son de color gris azulado, los del “Indio” son gris azulado o verdoso, los del “Limousin” son amarillo grisáceo con los laterales y los espacios interdigitales rosados.

El color del huevo es blanco en la “Andaluza”, yeso en la “Indio” y rosado en la “Limousin” y en la “Extremeña”.

Estas razas también difieren en la aptitud productiva, las razas “Indio” y “Limousin” son de pluma, la actual “Andaluza Azul” es de exhibición y la “Extremeña Azul” es de aptitud mixta. Orozco (1989) citando a Düringen, (probablemente antes de 1950) dice que la primitiva “Andaluza” ponía unos 165 huevos al año de tamaño grande (70-80 gr.), la actual “Extremeña” criada en Valdesequera pone en torno a 200 huevos al año de mediano tamaño (53-63gr.) en el primer año de puesta en jaula con 14 horas diarias de luz.

E. Aptitudes pasadas y presentes de la raza.

La raza “Extremeña Azul” es de aptitud mixta. Los pequeños manadas que se criaban en cortijos o en corrales satisfacían las necesidades familiares de huevos y carne, ya que de la reproducción natural resulta un número similar de machos y hembras y los machos no destinados a la reproducción se sacrificaban antes de alcanzar la pubertad, a los 6-7 meses con 2,5-3,5 Kg de peso vivo. También se sacrificaban las hembras a partir del segundo año de puesta.

La raza posee el gen de la piel amarilla, característica apreciada comercialmente en los pollos de carne por estar asociada a la cría en campo. El caponaje de los machos consigue reducir la mortalidad debida a peleas en los parques de cría, pero, respecto a los gallos, no tiene efecto significativo en el peso al sacrificio, ni en el rendimiento de la canal eviscerada, ni en la calidad organoléptica de la

carne apreciada por consumidores, los capones tienen más peso de pechuga y alas y los gallos de muslos y contramuslos (Muriel, 2004).

El peso corporal de las aves depende del sistema de explotación y de la alimentación que reciban. Criados en parques y alimentados con pienso convencional, los machos "Extremeña Azul" pueden alcanzar 2 Kg de peso vivo a los 4,5 meses de edad, no obstante se han observado diferencias según los años (Muriel y García, 2006) y la estación (Muriel, 2004).

Gallos mantenidos en Valdesequera en parques exteriores a base de triticale, es decir sin un régimen alimenticio adecuado para producción de carne, pesaron en vivo a los 10 meses de edad (n=10) una media de 2785 gr. (2430gr-3310gr.).

En las tablas 1 y 2 se exponen los pesos en vivo (gr.) de aves nacidas en Valdesequera en julio de 2014 criadas en parques interiores hasta las 6 semanas, recriadas en parques exteriores hasta los 4,5 meses y posteriormente enjauladas.

Tabla 1: Pesos de gallos "Extremeña Azul" nacidos en Valdesequera el 15-7-2014

Muestra (n)	67	25	44	331	32	48
Edad	0 d	23 d	30 d	42 d	6m	21 m
Media	42,4	245,6	362,6	586,6	2548,9	3053,8
Mínimo	33,6	170	245	255	2070	2425
Maximo	50,8	320	475	820	3310	4190
DT	4,1	37,3	50,1	88,5	343,1	384,2
Moda	47,3	260	380	600	2380	3235
Mediana	42,7	250	370	595	2500	3093

Tabla 2: Pesos de gallinas "Extremeña Azul" nacidas en Valdesequera el 15-7-2014

Muestra (n)	113	39	65	104	100	160
Edad	0 d	23 d	30 d	42 d	6m	21 m
Media	42,1	238,8	327,5	502,1	1939,6	2244,4
Mínimo	33,3	160	205	280	1175	1320
Maximo	51,4	355	590	680	2830	3240
DT	3,9	51,2	64,5	72,5	288,3	339,5
Moda	42,7	200	315	470	1845	2225
Mediana	42,1	230	325	518	1903	2240

Las hembras “Extremeña Azul” comienzan a poner huevos a las 21 semanas, alcanzando el 50% de puesta a las 26 semanas (Muriel, 2002). En el primer año de puesta en jaula, las gallinas extremeñas de Valdesequera pusieron entre 185 y 194 huevos (Muriel, 2009). El segundo año de puesta la producción disminuye y el tamaño de los huevos aumenta, pero al final del periodo algunos huevos son muy pequeños. En 2013/14, las gallinas “Extremeñas” de Valdesequera pusieron de media 199 huevos en el primer año y 142 en el segundo. El peso medio del huevo de gallinas “Extremeña Azul” mantenidas en jaula fue 57,8 gr. en el primer año de puesta (Muriel, 2009) y 62,7 gr en el segundo año (2010), con rango 41-77,5 gr. y moda 65,7 gr.

Desde 2012 las gallinas de Valdesequera se han seleccionado indirectamente para persistencia de la puesta pues los efectivos se han reproducido cada dos años (en 2014 y 2016). Se estudió la puesta del segundo año en el lote de gallinas de Valdesequera cedidas en 2012 a la Universidad de Extremadura, este lote se conformó con un subgrupo de gallinas con alto coeficiente de adscripción a la raza y nivel de puesta aceptable y otro subgrupo con gallinas de las que se desconocía el coeficiente de adscripción y con alto nivel de puesta; las primeras produjeron entre 151 y 204 huevos/año y las segundas entre 201 y 231 huevos/año. La diferencia entre los grupos fue significativa, 41,75 huevos año (24%), sugiriendo que es posible la mejora genética de la raza para producción de huevos (Pérez et al., 2013).

F. Censos, tendencia o evolución, número de criadores y distribución territorial.

En 1992 se creó la población de la finca Valdesequera de la Junta de Extremadura, a partir de animales y huevos procedentes de nueve explotaciones fundadoras. A partir de este núcleo se difundió la raza mediante cesión de ejemplares jóvenes entre avicultores interesados. Paralelamente las Asociaciones de Avicultores hicieron también su propia labor de recuperación, selección y difusión de la gallina Extremeña Azul.

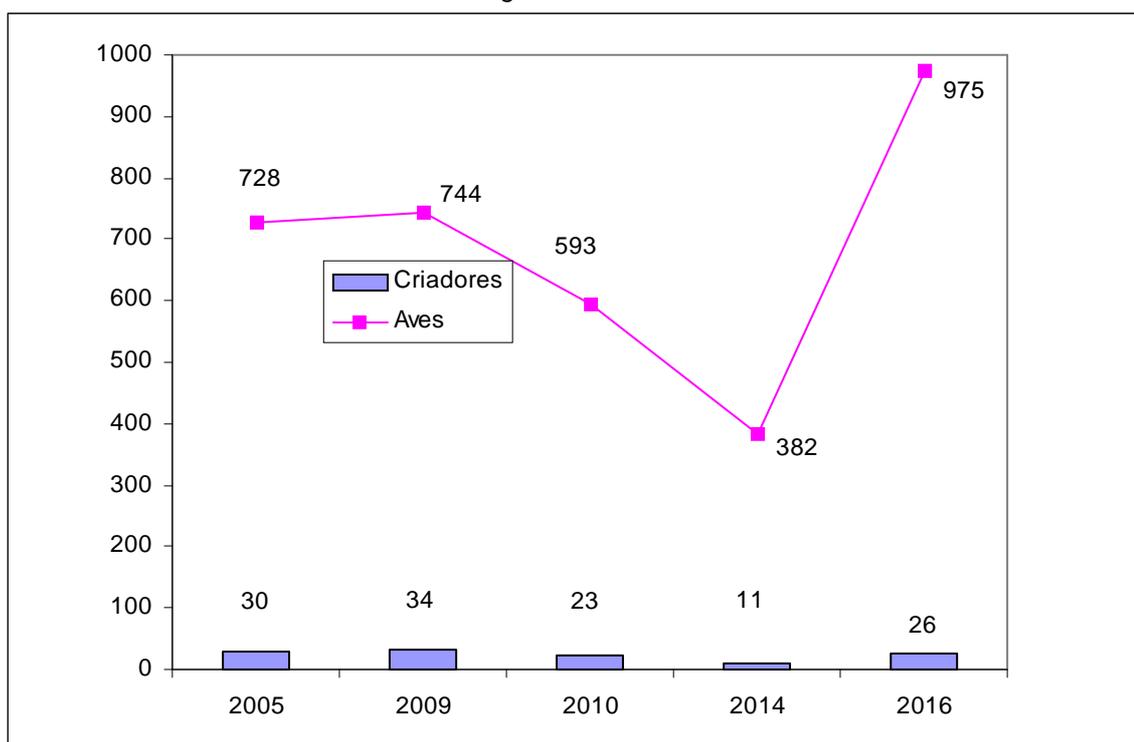
En 2005 el censo de gallinas Extremeña Azul estuvo constituido como mínimo por 644 gallinas y 84 gallos (Muriel, 2009).

La crisis económica influyó en que muchos avicultores abandonaran su Asociación o la cría de gallinas entre los años 2009 y 2015, disminuyendo el número de asociados y también el censo de animales (Tabla 3, Gráfico 1).

Tabla 3: Evolución de los censo en los últimos años.

Año	Criadores	Machos	Hembras	Total
2005	30	84	644	728
2009	34	164	580	744
2010	23	116	477	593
2014	11	71	303	374
2016	26	198	777	975

Gráfico 1: Evolución del censo de gallina Extremeña Azul de 2005 a la actualidad



El número de aves se incrementó en el último año debido a la labor de extensión de la raza realizada por el Centro de Selección y Reproducción Animal de Badajoz (CENSYRA).

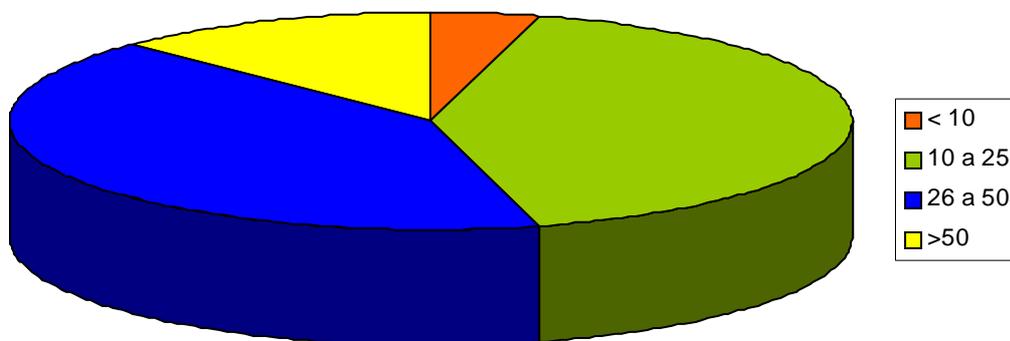
Actualmente, según los datos que hemos podido recabar, el censo de la raza consta de 945 ejemplares adultos reproductores (775 hembras y 198 machos), distribuidos entre 26 criadores.

Tabla 4: Censo por criadores.

Nº	Criador	Hembras	Machos	Totales	Pollitos
1	Fermín Sierra Calvo	15	2	17	20-25
2	Antonio Rodríguez Acosta	15	3	18	20-25
3	Ángel Ramos Marrón	12	3	15	
4	Antonio Recio Campo	62	51	113	
5	Pedro José Sánchez Crespo	12	4	16	
6	Miguel Barroso García	40	7	47	
7	José María Lavado Fernández	30	7	37	60
8	Carlos Moreno Rivera,	25	4	29	
9	Julián Delgado López	20	5	25	
10	Gaspar Balsera Pajuelo	20	6	26	
11	Gregorio Sabido Calderón	20	5	25	
12	Francisco Cerrato Calvo	20	4	24	
13	Francisco José Cabello Bravo	25	5	30	
14	María Luisa Bravo Chamero	25	5	30	
15	Miguel Cabello Cardeñosa	25	5	30	
16	Miguel Cabello Bravo	25	5	30	
17	José Alfonso Cardenal Galván	2	1	3	
18	Facultad de Veterinaria	40	6	46	
19	CENSYRA	89	0	89	
20	CITYCEX (Finca Valdesequera)	160	48	208	615
21	Ángel Parra Cáceres	10	5	15	
22	Juan Chavero Delgado	10	2	12	
23	Luis Calvo Rodríguez	12	3	15	
24	José Velasco Cabas	25	6	31	31
25	Francisco Hidalgo Rangel	12	2	14	12
26	C. Formación Agraria de Moraleja	26	4	30	
Totales		777	198	975	≈ 772

La mayoría son núcleos reproductivos pequeños (entre 10 a 50 ejemplares) que se crían en libertad o en parques al aire libre. Solo cinco núcleos rondan o superan los 50 ejemplares (Gráfico 2), dos son de avicultores y tres de centros oficiales.

Gráfico 2: *Tamaño medio de los núcleos de reproductores*



La distribución geográfica es mayoritaria en la provincia de Badajoz, existiendo solamente cuatro núcleos censados en la provincia de Cáceres.

Gráfico 3: *Mapa de distribución geográfica de los núcleos*

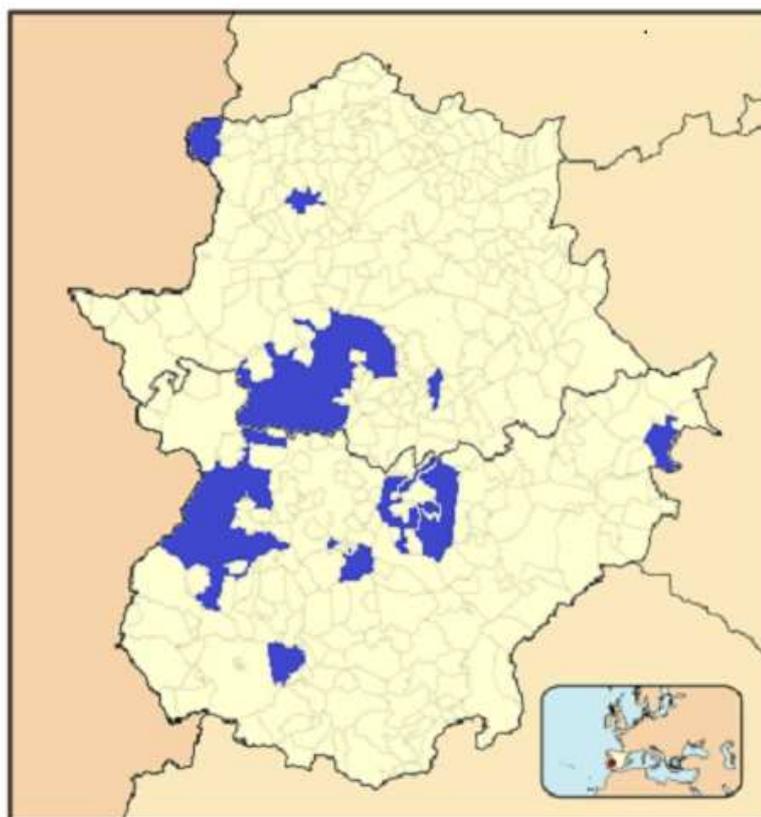


Tabla 5: Relación de criadores por municipio

Criador	Municipio	Provincia
CICYTEX Finca Valdesequera	06071 Villar del Rey	Badajoz
CENSYRA	06007-Badajoz	Badajoz
Miguel Barroso García	06200-Almendralejo	Badajoz
Ángel Ramos Marrón	06207- Acehuchal	Badajoz
Ángel Parra Cáceres	06228-Hornachos	Badajoz
Juan Chavero González	06228-Hornachos	Badajoz
Luis Calvo Rodríguez	06228-Hornachos	Badajoz
José María Lavado Fernández	06330-Valencia del Ventoso	Badajoz
José Alfonso Cardenal Galván	06380- Jerez de los Caballeros	Badajoz
Carlos Moreno Rivera,	06400-Don Benito	Badajoz
Gregorio Sabido Calderón	06400-Don Benito	Badajoz
Julián Delgado López	06413-Mengabril	Badajoz
Fermín Sierra Calvo	06469- La Coronada	Badajoz
Antonio Rodríguez Acosta	06469- La Coronada	Badajoz
Francisco Cerrato Calvo	06469- La Coronada	Badajoz
Francisco José Cabello Bravo	06650-Siruela	Badajoz
María Luisa Bravo Chamero	06650-Siruela	Badajoz
Miguel Cabello Cardeñosa	06650-Siruela	Badajoz
Miguel Cabello Bravo	06650-Siruela	Badajoz
Gaspar Balsera Pajuelo	06714- La Haba	Badajoz
Pedro José Sánchez Crespo	06800- Merida	Badajoz
Francisco Hidalgo Rangel	06228-Hornachos	Badajoz
Facultad de Veterinaria de Cáceres	10004-Cáceres	Cáceres
Antonio Recio Campo	10210-Madroñera	Cáceres
José Velasco Cabas	10710- Zarza de Granadilla	Cáceres
Centro de Formación Agraria	10840- Moraleja	Cáceres

G. Situación poblacional de la raza de cara a su clasificación como de fomento o en peligro de extinción.

La Comisión Nacional de Coordinación para la Conservación, Mejora y Fomento de Razas, establece los criterios nacionales para categorizar a las razas autóctonas como razas de fomento o razas en peligro de extinción. Los criterios que define son tres, criterio censal, criterio genético evaluando la tasa de consanguinidad, y otros parámetros o factores de modulación (distribución geográfica, tendencia de población, número de explotaciones y existencia de banco de germoplasma) (Futurazas, 2014).

Criterios de clasificación

Criterios censales:

- a. N° de hembras reproductoras de raza pura que se reprodujeron en pureza a lo largo del último año.

Especies	Equino	Bovino	Ov-Caprino	Porcino	Aves
N° de hembras reproductoras	5000	7500	10000	15000	25000

Reglamento (CE) N° 1974/2006 de la Comisión, de 15 de diciembre de 2006 (artículo 27, apartado 4).

- b. N° de machos reproductores.

Especies	Equino	Bovino	Ov-Caprino	Porcino	Aves
N° de machos reproductores	100	150	200	300	500

- c. Promedio anual de hembras de raza pura inscritas en el Libro genealógico que pasaron a reproductoras (al registro definitivo) en los últimos tres años.

Especies		Equino	Bovino	Ov-Caprino	Porcino	Aves
Promedio anual de reproductoras en los últimos tres años*	Crítica	45	75	90	105	200
	Riesgo elevado	150	225	300	345	600
	Riesgo moderado	450	700	900	1000	2000
	Riesgo bajo	1500	2300	3000	3300	6600

*Siguiendo un criterio similar al propuesto por Alderson (2003)

Atendiendo a estos criterios censales podemos decir que por su limitado efectivo actual, se encuentra muy por debajo de los límites establecidos en los dos primeros puntos del criterio censal (a y b). Por lo tanto, la raza Extremeña Azul se encuentra en **Peligro de extinción**.

H. Caracterización genética

Introducción

Según la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas), la biodiversidad es *“la variación de la vida en todas sus formas, niveles y combinaciones, incluyendo la diversidad genética, la diversidad en las especies y la diversidad en los ecosistemas”*. La pérdida de biodiversidad producida durante el último siglo debe ser tomada en cuenta y alertar tanto a individuos como a instituciones para tomar medidas que eviten que esta pérdida continúe. Sirva como ejemplo el hecho de que la alimentación de la población mundial se basa sólo en unas 30 especies vegetales y unas 14 especies animales (aves y mamíferos) y se calcula que el 30% de las razas de mamíferos y aves domésticas están amenazadas (FAO, 2000). La conservación de la diversidad genética es fundamental para llevar a cabo una gestión sostenible de los recursos genéticos animales (AnGR).

La diversidad genética es un valor que condiciona otros muchos como son la adaptación y la viabilidad de una especie o raza a entornos muy variables y por tanto debe tenerse en cuenta a la hora de plantear estrategias de conservación. Una elevada diversidad genética garantiza el desarrollo de futuras líneas de investigación orientadas a la identificación de genes relacionados con caracteres productivos o con la resistencia o susceptibilidad a determinadas enfermedades.

Para planificar una estrategia de conservación es necesario definir, registrar y evaluar los recursos genéticos que se hallen en peligro. Es esencial, por lo tanto, una descripción o caracterización completa de los mismos, proponiéndose a cuatro niveles de actuación:

- Elaboración de un inventario nacional de los recursos genéticos animales;
- Control del estado del conjunto de los recursos genéticos animales;
- Mayor conocimiento genético y económico de las cualidades únicas de las razas con objeto de desarrollar estrategias que hagan un mejor uso de estas características a corto y largo plazo;

- Descripción molecular comparativa mediante marcadores moleculares para establecer qué razas poseen una diversidad genética significativa para dirigir mejor las acciones de conservación.

Un individuo de una población determinada presenta una serie de características que difieren del resto y que se incrementan a medida que las relaciones de parentesco son menores; esto conduce a que dos poblaciones que dejan de intercambiar material genético mediante el apareamiento, lleguen con el tiempo a presentar caracteres comunes a todos los miembros de cada una de ellas pero diferentes entre las dos. El conocimiento de la secuencia del ADN en puntos concretos puede poner en evidencia el grado relativo de distanciamiento que están teniendo dichas poblaciones.

Los microsatélites de ADN son un tipo de marcadores muy empleados en los estudios de genética de poblaciones y son los marcadores de elección para conseguir, no sólo un método fiable de identificación individual y de control de las genealogías, sino también una mejor apreciación y caracterización de la diversidad genética de las razas así como para realizar asignaciones de individuos a razas con altos grados de fiabilidad.

Objetivos

- Conocer la diversidad genética intra-racial de la gallina Extremeña Azul.
- Conocer la diversidad genética inter-racial de la gallina Extremeña Azul mediante la determinación de la diferenciación genética con otras razas autóctonas españolas relacionadas histórica y geográficamente.
- Determinar las relaciones genéticas entre la gallina Extremeña Azul y las razas comerciales de carne y puesta, Cornish y Leghorn respectivamente, que pudieran haber influido sobre ella.

Metodología

Muestras

Para un primer estudio de diversidad genética intra-racial de la gallina Extremeña Azul se han analizado 150 muestras de sangre de gallina Extremeña

Azul de la de la explotación avícola de ocio, docencia e investigación que el CICYTEX (centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura) tiene en la Finca Valdesequera (Badajoz). Se han muestreado animales con plumaje blanco (50), gris (50) y negro (50). Las muestras de sangre se han recogido en tubos con EDTA-K₃ como anticoagulante y cada muestra ha sido debidamente identificada. Las muestras se han enviado al Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la empresa de base tecnológica Animal Breeding Consulting S.L. de Córdoba, en donde se les ha asignado a cada una un número de laboratorio y se han analizado.

Para el estudio de diversidad genética inter-racial se han empleado 60 muestras de gallina Extremeña Azul, de ellas 35 pertenecientes a la finca de Valdesequera anteriormente citada y 25 de explotaciones de tres avicultores de la Asociación de Criadores de la Raza. Se han utilizado otras 9 poblaciones de gallinas, seis razas autóctonas españolas, dos comerciales y un outgroup (Tabla 6).

Tabla 6.- Razas incluidas en el estudio de la diversidad genética interracial de la gallina Extremeña Azul

RAZA/POBLACION	ACRÓNIMO	N	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA PRINCIPAL	CLASIFICACIÓN OFICIAL
EXTREMEÑA AZUL	EAZ	150**	Extremadura	Sin reconocimiento oficial
ANDALUZA AZUL	AAZ	60	Andalucía	Raza Autóctona en Peligro de Extinción*
CASTELLANA NEGRA	CASN	39	Castilla-La Mancha, Castilla y León, Madrid	Raza Autóctona en Peligro de Extinción*
INDIO LEÓN	IND	12	León	Raza Autóctona en Peligro de Extinción*
COMBATIENTE ESPAÑOL	CES	30	Andalucía	Raza Autóctona de Fomento*
SUREÑA	SUR	30	Andalucía	Sin reconocimiento oficial
UTRERANA	UTR	41	Andalucía	Raza Autóctona en Peligro de Extinción*
CORNISH	CORN	20	Internacional	Comercial
LEGHORN	LEGH	35	Internacional	Comercial
AFRICANA	AFR	75	Nigeria	Raza local

*Fuente: Catálogo oficial de razas de Ganado de España

<http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/>

**En el estudio de diversidad genética inter-racial se utilizan 60 muestras de gallina Extremeña Azul.

Microsatélites

Se ha extraído el ADN de muestras mediante el método de Walsh et al (2001). Se han amplificado mediante la técnica de la reacción en cadena de la

polimerasa (PCR) 30 microsatélites, 29 de los cuales son los recomendados por la FAO (FAO 2011) y utilizados en el proyecto europeo de Diversidad Aviar AVIANDIV (http://aviandiv.tzv.fal.de/primer_table.html): ADL112, ADL268, ADL278, LEIO094, LEIO166, LEIO192, LEIO234, MCW014, MCW016, MCW020, MCW034, MCW037, MCW067, MCW069, MCW078, MCW080, MCW081, MCW098, MCW103, MCW104, MCW111, MCW123, MCW165, MCW183, MCW206, MCW216, MCW222, MCW248, MCW295, MCW330. Para realizar la separación por tamaños de los fragmentos obtenidos mediante la PCR se han sometido éstos a una electroforesis en un secuenciador capilar ABI 3130XL (Life Technologies, Foster City, CA, USA). El análisis de los fragmentos y la tipificación alélica se ha realizado mediante los programas informáticos Genescan Analysis® 3.1.2 y Genotyper® 2.5.2 respectivamente utilizando Genescan® 400HD ROX Size Standard como estándar de tamaños. A diferencia de lo que sucede con otras especies ganaderas,

no existen tests de intercomparación internacionales a cargo de la ISAG (International Society of Animal Genetics), ni nacionales como los organizados por el Laboratorio Central de Veterinaria del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España, por lo que para realizar la estandarización de la denominación alélica se han utilizado muestras de referencia del proyecto europeo AVIANDIV.

Análisis estadístico

La medida de la diversidad genética dentro de razas (intra-racial) utilizando marcadores moleculares se realiza mediante el cálculo de una serie de parámetros como la heterocigosis, la riqueza alélica o el estadístico F_{IS} entre otros, mientras que para medir las diferencias genéticas entre razas (diversidad genética inter-racial) se suelen calcular distancias genéticas entre ellas.

Diversidad genética intra-racial

Se ha calculado el número medio de alelos por locus (MNA) y la riqueza alélica, que corresponde al mínimo número de alelos basado en un mínimo tamaño de

muestra, mediante el programa FSTAT v2.9.3.2 (Goudet 2001). El número efectivo de alelos se ha calculado con el programa POPGENE v1.32 (Yeh y Boyle 1997). Las heterocigosis esperada (H_e) y observada (H_o) y el Contenido de Información Polimórfica (PIC) se han calculado mediante la herramienta MICROSATELLITE TOOLKIT software de Excel (Park 2001). El coeficiente de diversidad genética intrapoblacional (F_{IS}) con un intervalo de confianza del 95% después de 1000 iteraciones se ha calculado utilizando el programa GENETIX v4.04 (Belkhir et al. 2004) y se ha realizado una prueba de equilibrio Hardy-Weinberg con la corrección de Bonferroni con el programa CERVUS v3.0.3 (Marshall et al. 1998).

Estructura genética

Se ha realizado un estudio de estructura genética para determinar si la existencia de las tres variedades de plumaje (Blanca, Gris y Negra) va más allá de una mera segregación de genes responsables de la capa en una población y se corresponde con una estructura genética de la gallina Extremeña Azul. Para ello se ha realizado un Análisis Factorial de Correspondencia con el programa GENETIX v4.04 (Belkhir et al. 2004) y se han calculado las distancias genéticas entre individuos (D_{SA} de Bowcock, 1994) con las que se ha construido un dendrograma utilizando el programa TREEVIEW (Page, 2001).

Diversidad genética inter-racial

Para realizar este estudio se ha comparado la gallina Extremeña Azul con otras siete razas de gallinas autóctonas procedentes del sur de España, con las razas comerciales Cornish y Leghorn y se ha utilizado como outgroup una raza africana (Tabla 6).

Se ha realizado un Análisis Factorial de Correspondencia con el programa GENETIX v4.04 (Belkhir et al. 2004) y se han calculado las distancias genéticas entre individuos (D_{SA} de Bowcock, 1994) con las que se ha construido un dendrograma utilizando el programa TREEVIEW (Page, 2001). Se han calculado las distancias genéticas entre poblaciones (D_A de Nei et al. 1983) con el programa informático POPULATIONS v1.2.28 (Langella 1999). Con los valores de distancia se ha construido una Neighbor-Net mediante el programa

SPLITSTREE4 (Huson y Bryant 2006) para representar gráficamente las relaciones genéticas entre las razas.

Se ha realizado un análisis de la estructura de las 10 poblaciones utilizando un algoritmo bayesiano del programa de análisis STRUCTURE v 2.1 (Pritchard et al. 2000). Las representaciones gráficas de los resultados del programa Structure se han obtenidos con el programa DISTRUCT 1.1 (Rosenberg 2004).

Resultados

Diversidad genética intra-racial

Los resultados de los parámetros de diversidad genética intraracial de la gallina Extremeña Azul por marcador están recogidos en la tabla 7. Todos los microsatélites utilizados han resultado polimórficos, encontrándose un mínimo de 2 alelos en el microsatélite *MCW098* y un máximo de 14 alelos en el marcador *LEIO192*, con un número medio de alelos de 5,57. El número efectivo de alelos oscila entre un mínimo de 1,10 en el marcador *MCW248* y un máximo de 6.75 en el *MCW183*, con valor promedio de 3,08. La mayor y menor riqueza alélica se encuentra en estos mismos marcadores, con un valor medio de 4,06. El marcador *MCW248*, aunque presenta cuatro alelos en la Gallina Extremeña Azul, puede considerarse monomórfico debido a que el alelo más frecuente presenta una frecuencia superior al 95%.

La heterocigosidad esperada más alta se encuentra para el marcador *LEIO192* con un valor de 0,846 y la más baja para el *MCW248* con un valor de 0,089 (tabla 7). Los valores de heterocigosidad observada oscilan entre un máximo de 0,855 para el marcador *MCW034* y un mínimo de 0,091 para el *MCW248*. La diversidad genética de la gallina Extremeña Azul es superior a la encontrada en otras razas de gallinas europeas con este mismo panel de marcadores (Wilkinson et al. 2012, Lyimo et al. 2014, Ceccobelli et al. 2015), con una Heterocigosis media observada y esperada de 0,522 y 0,612 respectivamente, y también con respecto a los resultados encontrados muestran una diversidad genética mayor a la encontrada en otras razas de gallinas españolas (Dávila et al. 2009).

Veintiuno de los marcadores son muy informativos a la hora de detectar variabilidad genética en la gallina Extremeña Azul, con valores de PIC superiores a 0,50. Los marcadores *MCW014* y *MCW248* son poco informativos en esta población y el resto de los marcadores han resultado ser medianamente informativos en esta raza (valor de PIC entre 0,25 y 0,50). Solo el marcador *MCW080* se desvía significativamente del equilibrio Hardy-Weinberg tras la corrección de Bonferroni. El coeficiente de diversidad intrapoblacional (F_{IS}) muestra que 9 marcadores detectan un exceso de homocigotos significativo. El valor medio de F_{IS} de la población es de 0,147 y es significativamente diferente de 0, lo que indica que la gallina Extremeña Azul muestra una desviación significativa del equilibrio Hardy-Weinberg.

Con los resultados encontrados se puede concluir que la gallina Extremeña Azul presenta una elevada diversidad genética intra-racial. El elevado valor significativo de F_{IS} y el hecho de que se encuentra desviada del equilibrio Hardy-Weinberg podría deberse a una incorrecta gestión de los apareamientos en las últimas generaciones de la población de referencia.

Tabla 7.- Microsatélites analizados, número de alelos detectados, número efectivo de alelos, riqueza alélica, heterocigosis observada y esperada, contenido de información polimórfica, F_{IS} con su intervalo de confianza al 95% con 1000 remuestreos y desviaciones del equilibrio Hardy-Weinberg.

Microsatélite	Nº Alelos	Ae	RA	Ho	He	PIC	F_{IS}	F_{IS} (IC)	HW
ADL112	4	3,39	3,84	0,691	0,712	0,649	0,030	(-0,158-0,220)	NS
ADL268	5	3,23	4,01	0,582	0,697	0,638	0,166	(0,005-0,323)	NS
ADL278	5	1,94	3,41	0,455	0,488	0,436	0,070	(-0,160-0,296)	NS
LEIO094	7	5,11	5,93	0,417	0,813	0,777	0,490	(0,310-0,647)	ND
LEIO166	5	4,18	4,69	0,491	0,768	0,721	0,364	(0,152-0,551)	ND
LEIO192	14	6,20	7,78	0,764	0,846	0,822	0,099	(-0,039-0,230)	ND
LEIO234	10	3,67	5,38	0,655	0,734	0,686	0,110	(-0,045-0,256)	NS
MCW014	3	1,31	2,10	0,091	0,240	0,214	0,623	(0,253-0,881)	ND
MCW016	5	3,27	4,29	0,618	0,701	0,643	0,119	(-0,089-0,302)	NS
MCW020	4	2,08	3,38	0,358	0,524	0,469	0,318	(0,093-0,536)	NS
MCW034	8	4,62	6,14	0,855	0,791	0,758	-0,082	(-0,210-0,025)	NS
MCW037	4	1,64	2,67	0,418	0,393	0,342	-0,065	(-0,253-0,176)	ND
MCW067	3	2,84	3,00	0,691	0,654	0,574	-0,057	(-0,242-0,127)	NS
MCW069	6	2,72	4,17	0,564	0,638	0,580	0,118	(-0,075-0,283)	NS
MCW078	4	2,20	3,44	0,545	0,550	0,488	0,008	(-0,198-0,218)	NS
MCW080	5	3,26	3,76	0,509	0,699	0,633	0,274	(0,092-0,436)	**
MCW081	3	2,04	2,30	0,527	0,514	0,397	-0,026	(-0,309-0,218)	NS
MCW098	2	1,70	2,00	0,436	0,416	0,327	-0,049	(-0,294-0,216)	ND
MCW103	4	2,12	2,58	0,436	0,534	0,423	0,184	(-0,097-0,428)	NS
MCW104	11	5,40	7,03	0,564	0,822	0,792	0,316	(0,156-0,455)	ND
MCW111	4	2,86	3,41	0,545	0,656	0,585	0,169	(-0,031-0,366)	NS
MCW123	4	1,55	2,89	0,291	0,357	0,328	0,186	(-0,005-0,378)	ND
MCW165	3	2,05	2,95	0,364	0,516	0,458	0,297	(0,088-0,491)	NS
MCW183	11	6,75	7,84	0,818	0,860	0,836	0,049	(-0,067-0,157)	ND
MCW206	5	3,18	3,83	0,618	0,692	0,625	0,107	(-0,064-0,258)	NS
MCW216	6	3,79	4,75	0,673	0,743	0,693	0,096	(-0,084-0,266)	NS
MCW222	4	3,20	3,89	0,642	0,694	0,637	0,077	(-0,095-0,240)	NS
MCW248	4	1,10	1,77	0,091	0,089	0,087	-0,023	(-0,056--0,000)	ND
MCW295	7	2,64	4,41	0,600	0,626	0,579	0,042	(-0,139-0,222)	NS
MCW330	7	2,36	4,27	0,364	0,582	0,537	0,378	(0,154-0,568)	NS
Media	5,57	3,08	4,06	0,522	0,612	0,558	0,147	(0,102-0,169)	

Nº Alelos: Número de alelos. Ae: Número efectivo de alelos. RA: Riqueza Alélica. Ho: Heterocigosis por recuento directo. He: Heterocigosis esperada. PIC: Contenido de información polimórfica. F_{IS} : Coeficiente de diferenciación genética intraracial. HW: Desviación del Equilibrio de Hardy-Weinberg. Valor de significación: *($p \leq 0.05$), **($p \leq 0.01$), ***($p \leq 0.001$).

Estructura genética

En la gallina Extremeña Azul existen tres variedades de plumaje en lo que se refiere al color y en este apartado se determinará si esta diferenciación en cuanto al color del plumaje traspasa la mera segregación genética del color y

llega a corresponderse con una diferenciación genética detectable con marcadores moleculares. Con este estudio se pretenden dos objetivos fundamentales que son, por una parte conocer si existe una subestructura interna de la gallina Extremeña Azul, que debería tenerse en cuenta a la hora de gestionar la raza, y por otra evaluar la eficacia de un sistema objetivo de asignación de individuos a poblaciones. Este último objetivo es fundamental sobre todo en razas muy amenazadas con escasos censos ya que supone disponer de una herramienta que permita a los responsables del Libro Genealógico tomar decisiones acerca de inscribir o no en el Registro Auxiliar del Libro Genealógico a animales con genealogía desconocida o a aquellos en los que exista sospecha de cierto grado de cruzamiento con animales de otras razas.

En el análisis factorial de correspondencia no se observa un agrupamiento de los individuos que se corresponde con la variedad a la que han sido previamente asignados en función del color, aunque los animales de la variedad negra se diferencian ligeramente de los de las variedades blanca y gris (Figura 1).

En el árbol de distancias individuales (Figura 2) cada individuo se representa por una línea y se observa cómo no es posible diferenciar agrupamientos en función del color del plumaje.

La escasa diferenciación genética entre las variedades ($F_{ST} = 0,006$) se confirma con la falta de subestructura de la gallina Extremeña Azul encontrada con el programa Structure (Figura 6). El análisis se ha realizado con 200000 iteraciones de Burn-in y con número de iteraciones de Cadenas de Markov de Monte Carlo (MCMC) de 500000. Cada individuo se muestra en una barra vertical y cada color representa la proporción del clúster correspondiente (variedad en este caso) en forma proporcional. La gallina Extremeña Azul es una población homogénea que no muestra subestructura genética. Los individuos no se agrupan según la variedad a la que pertenecerían según el color del plumaje, por tanto se ratifica la segregación del color de las capas como base de la obtención de la característica capa azul en la población, que se obtienen de los

apareamientos entre individuos Blancos y Negros, sin un programa de líneas especializadas en una u otra capa que conlleve un aislamiento reproductivo.

Figura 1. Análisis Factorial de Correspondencia de las tres variedades de plumaje de la gallina Extremeña Azul.

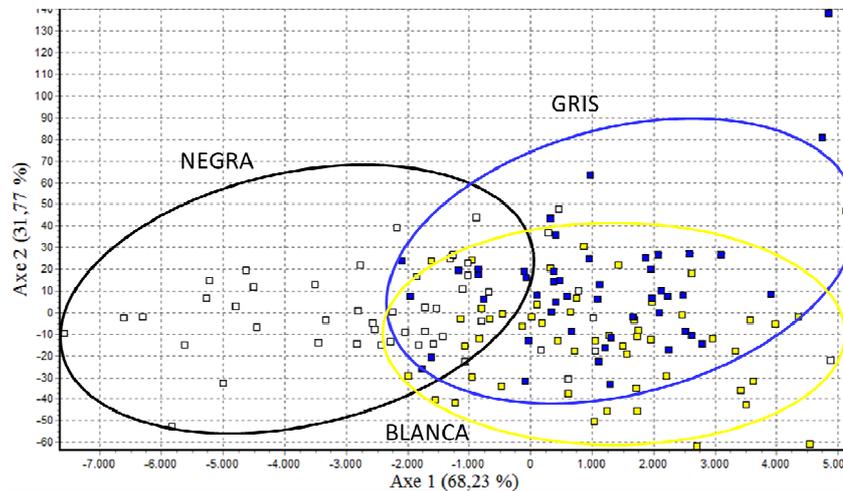
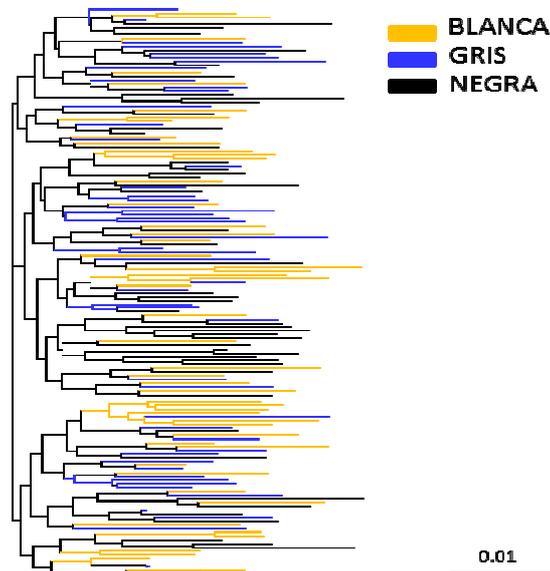


Figura 2. Árbol de distancias individuales D_{SA} de las tres variedades de plumaje de la gallina Extremeña Azul.



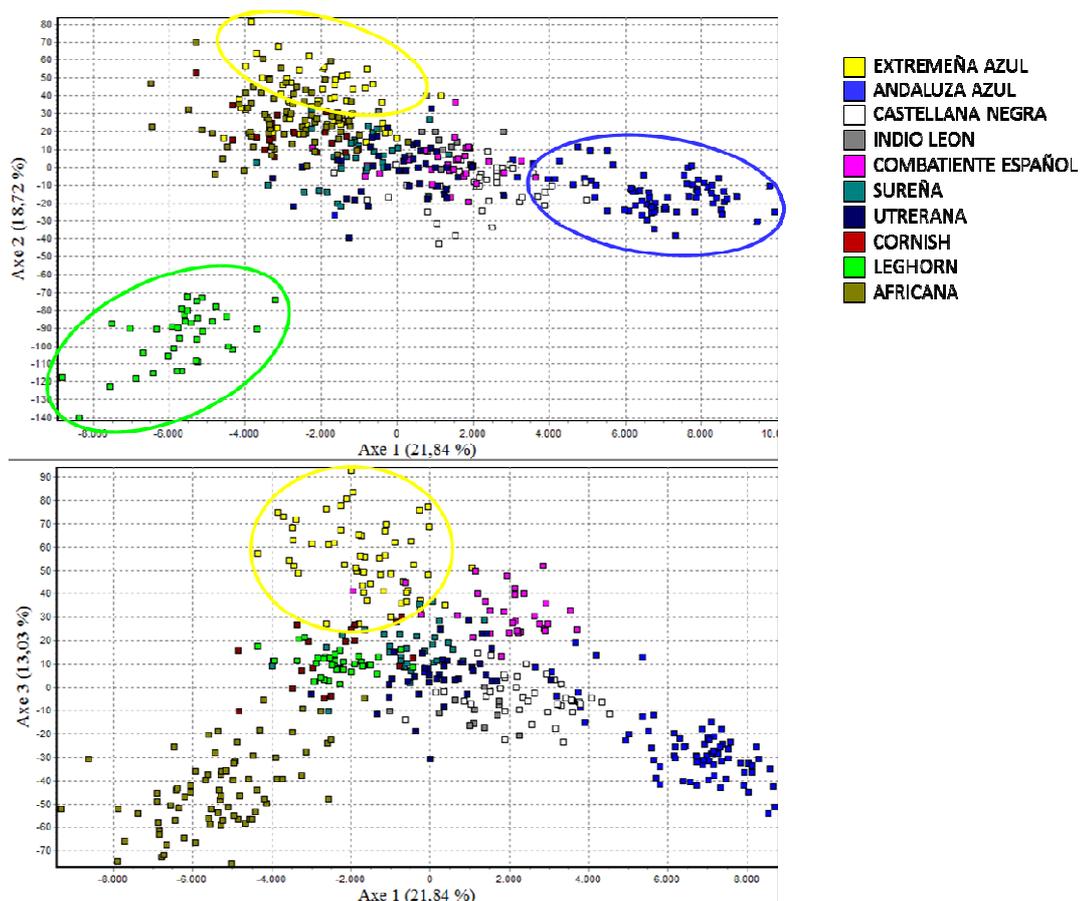
Diversidad genética inter-racial

Se han estudiado las relaciones genéticas de la gallina Extremeña Azul con otras razas de gallinas autóctonas españolas y comerciales, utilizando como outgroup una población de gallinas africanas de Nigeria (Tabla 6). El objetivo de

este estudio es determinar el grado de diferenciación genética de la gallina Extremeña Azul con respecto a otras razas autóctonas españolas relacionadas histórica y geográficamente como son la gallina Andaluza Azul y el Indio León, además de la gallina Castellana Negra y de las andaluzas Combatiente Español, Utrerana y Sureña. Además se han introducido en el estudio las razas comerciales Cornish y Leghorn para determinar la posible influencia de estas razas en la gallina Extremeña Azul.

En las figuras 3 y 4 se muestran los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia (AFC) y el dendrograma Neighbor-Net construido con las distancias D_A . Con el primer eje del AFC se diferencia la gallina Andaluza Azul de las demás, en el segundo eje se diferencia la raza Leghorn del resto de las razas mientras que con el tercer eje es posible diferenciar la gallina Extremeña Azul (Figura 3).

Figura 3. Representación gráfica de los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia de cinco razas de gallinas autóctonas españolas.



La gallina Extremeña Azul se diferencia del resto de las gallinas incluidas en el estudio, mostrándose más próxima a las gallinas andaluzas Combatiente Español y Sureña, mientras que la gallina Andaluza Azul está más relacionada con la Castellana Negra (Figura 4). Las razas comerciales Cornish y Leghorn no forman ningún tipo de agrupamiento con el resto de las poblaciones y el Indio León se sitúa en una posición intermedia sin relación detectable con el resto. Los valores de distancias genéticas D_A y los valores de F_{ST} entre pares de poblaciones se encuentran en la tabla 8. La raza que muestra una mayor diferenciación genética con las demás razas es la Leghorn, y dentro de las razas españolas meridionales, la raza más diferente de la Extremeña Azul es la Andaluza Azul, con un valor de F_{ST} de 0,201. La raza más distante de la Extremeña Azul es el Indio León y con la que muestra la menor distancia genética es con la gallina Utrerana (0,124).

En el árbol queda clara la posición independiente de las razas comerciales de carne y puesta, tanto de la Extremeña Azul como del resto de razas españolas. El Indio León tiene una posición separada con respecto a las razas españolas más meridionales, grupo en el cual se integra con una cierta proximidad el referente africano, apuntando una relación ancestral de las razas del Sur de España con el continente africano.

Figura 4. Neighbor-Net de las distancias DA entre 10 poblaciones de gallinas.

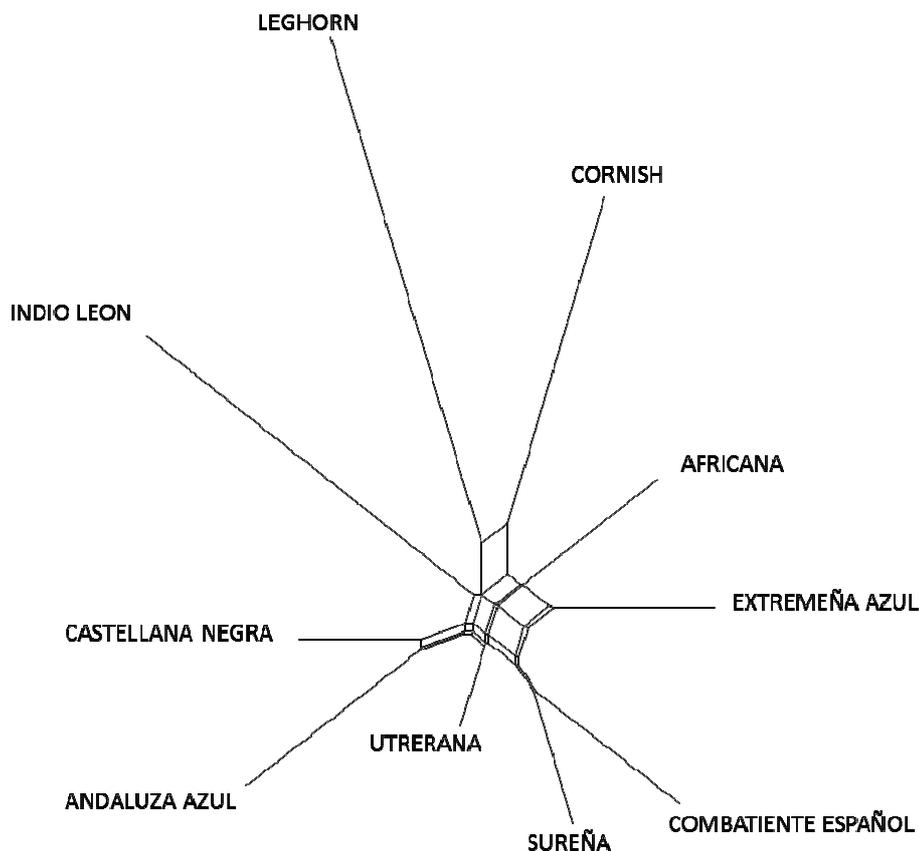


Tabla 8.- Valores de F_{ST} entre pares de poblaciones (encima de la diagonal) y de las distancias genéticas D_A (debajo de la diagonal) entre 10 poblaciones de gallinas.

	EAZ	AAZ	CASN	IND	CES	SUR	UTR	CORN	LEGH	AFR
EAZ	-	0,201	0,132	0,178	0,155	0,114	0,096	0,144	0,268	0,111
AAZ	0,190	-	0,109	0,204	0,184	0,187	0,112	0,255	0,334	0,187
CASN	0,156	0,117	-	0,205	0,106	0,112	0,053	0,167	0,255	0,128
IND	0,209	0,201	0,243	-	0,234	0,169	0,148	0,225	0,363	0,147
CES	0,148	0,164	0,134	0,247	-	0,081	0,085	0,224	0,311	0,161
SUR	0,134	0,172	0,147	0,234	0,104	-	0,074	0,163	0,236	0,089
UTR	0,124	0,123	0,100	0,193	0,118	0,096	-	0,125	0,207	0,084
CORN	0,190	0,259	0,179	0,272	0,245	0,224	0,176	-	0,309	0,153
LEGH	0,279	0,303	0,239	0,328	0,277	0,251	0,221	0,285	-	0,245
AFR	0,127	0,188	0,141	0,205	0,183	0,121	0,095	0,191	0,266	-

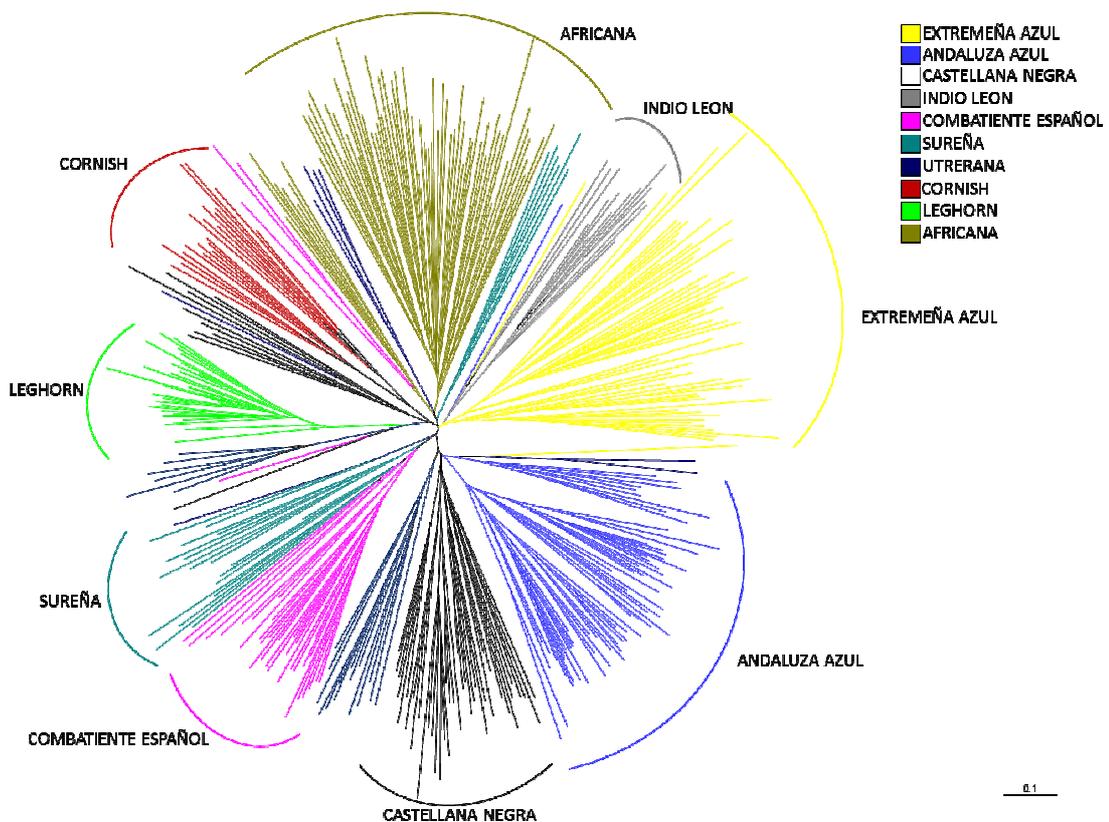
EAZ: Extremeña Azul; AAZ: Andaluza Azul; CASN: Castellana Negra; IND: Indio León; CES: Combatiente Español; SUR: Sureña, UTR: Utrerana; CORN: Cornish; LEGH: Leghorn; AFR: Africana

Estructura genética

En el árbol de distancias individuales (Figura 5) se observa que la gallina Extremeña Azul forma un agrupamiento claro que contiene prácticamente todos

los individuos analizados. Lo mismo sucede con la mayoría de las demás razas, aunque en el caso de la Utrerana se observan al menos tres grupos de individuos y en el caso de la Sureña se forma un grupo más pequeño separado del resto de los animales.

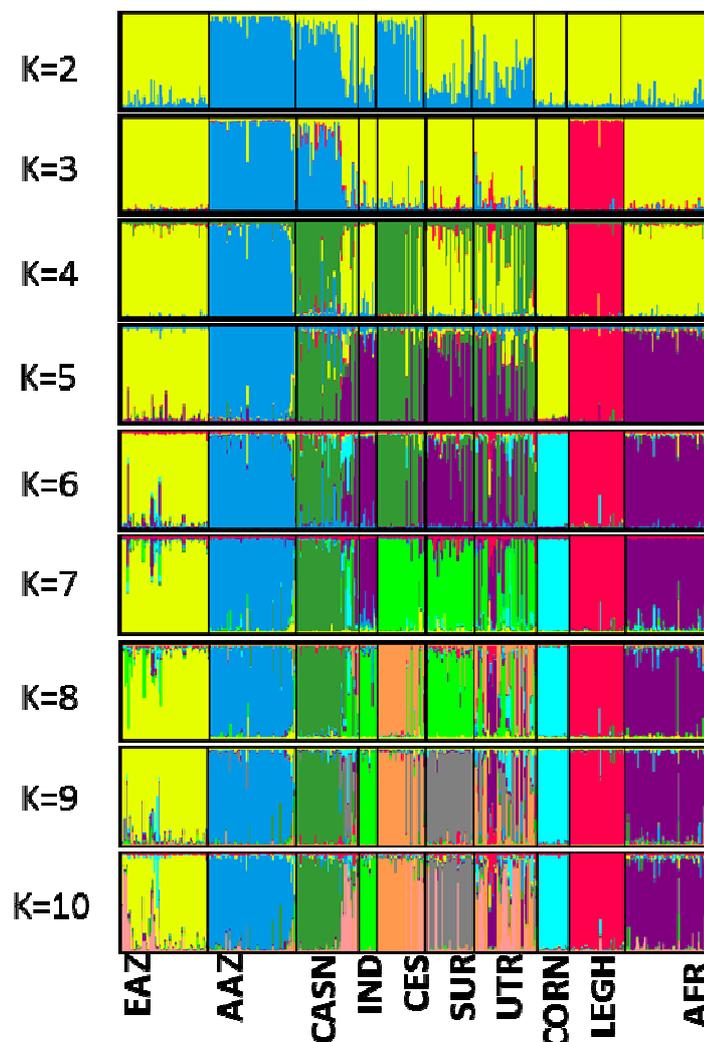
Figura 5. Árbol de distancias individuales D_{SA} de 10 poblaciones de gallinas..



En la Figura 6 están representados gráficamente los resultados del estudio realizado con el programa Structure. El genoma de cada individuo está representado como una barra vertical y cada color representa la proporción del clúster correspondiente (población en este caso) en forma proporcional, en el genoma de cada individuo. Cuando se asume la existencia de dos poblaciones ($K=2$), se diferencia la gallina Andaluza Azul, Castellana Negra y Combatiente Español (en azul) del resto de las poblaciones (en amarillo). Cuando se asume la existencia de tres poblaciones ($K=3$) la raza Leghorn forma un clúster

independiente (rojo) separándose del resto de las razas. En $K=6$ la gallina Extremeña Azul forma un clúster que se mantiene hasta $K=10$. Por todo ello, podemos decir que la gallina Extremeña Azul es una población homogénea que no muestra subestructura genética, aunque algunos animales de la muestra presentan cierto grado de mezcla, hecho que debe ser tenido en cuenta en la correcta gestión de la población. No se observa influencia de las razas que *a priori* se pudiera pensar más relacionadas como la Andaluza Azul o el Indio León con las que comparte el gen azul, y tampoco se observa influencia de las razas comerciales Leghorn y Cornish.

Figura 6. Representación gráfica de los resultados del análisis de la estructura genética de 10 razas de gallinas ($K=2-K=10$).



Conclusiones

La gallina Extremeña Azul presenta una elevada diversidad genética intra-racial. El elevado valor significativo de F_{IS} y el hecho de que se encuentra desviada del equilibrio Hardy-Weinberg podría deberse a la existencia de un exceso de homocigosis producida a una alta consanguinidad o al efecto de la selección genética.

La gallina Extremeña Azul es una población homogénea que no muestra subestructura genética. Los individuos no se agrupan según cabría esperar por la variedad a la que pertenecerían según el color del plumaje.

Aunque algunos animales de la muestra estudiada presentan cierto grado de hibridación, hecho que debe ser tenido en cuenta para la correcta gestión de la población, la gallina Extremeña Azul, no se observa influencia de las razas que *a priori* se pudiera pensar más relacionadas como la Andaluza Azul o el Indio León con las que comparte el gen azul, ni con el resto de razas con las que mantiene una proximidad geográfica. No se observa influencia de las razas comerciales Leghorn y Cornish.

I. Medidas sobre gestión y organización de la raza.

La gestión y organización de la raza, una vez reconocida en el Catálogo Oficial de Razas de Ganado de España, se hará según el Real Decreto 2129/2008, de 26 de diciembre, por el que se establece el Programa nacional de conservación, mejora y fomento de las razas ganaderas.

Esta gestión de la reglamentación específica Libro Genealógico y desarrollo del programa de mejora será llevado a cabo por la Asociación de Avicultores.

J. Utilización sostenible de la raza.

La gallina extremeña ha despertado interés dentro y fuera de la Comunidad entre avicultores de ocio y explotaciones de autoconsumo por su belleza, rusticidad, vivacidad, capacidad de pastoreo y depredación, su buen comportamiento maternal y sus producciones de carne y huevo que son apreciables..

Esta gallina se ha criado tradicionalmente en libertad en los cortijos, pues tiene bajos requerimientos alimenticios. Con un aporte de grano, generalmente solo trigo o trigo y avena, produce huevos para consumo familiar y controla el crecimiento de la vegetación y las plagas de artrópodos en un radio de más de 100 metros en torno al gallinero. Su excelente comportamiento maternal hace que la renovación de efectivos pueda hacerse de manera natural. Los machos que no se dejan para reproductores proveen de carne de gran calidad, así como los gallos y gallinas que se retiran cuando se renueva la población. Estas cualidades la convierten actualmente en un animal ideal para criar en explotaciones de autoconsumo (menos de 15 aves), en las parcelas periurbanas y en los corrales de los pueblos.

Además, la conservación de esta raza puede tener una proyección educativa y turística, de modo que los centros donde se imparten enseñanzas agrícolas, ambientales y veterinarias y los establecimientos de turismo rural podrían implicarse en el Programa de Conservación y Mejora.

El aporte de rusticidad de la raza Extremeña Azul en cruces con razas comerciales puede interesar a sistemas alternativos de producción de huevos o de carne. Por ejemplo la variedad blanca en línea paternal cruzada con razas de carne ha dado muy buenos resultados en producción de pollo campero (c.p. Muriel). De igual modo, el cruce con razas de carne podría mejorar la potencialidad de la raza para producir capones.

El diseño de un programa de comercialización que valore el empleo de una raza autóctona apoyado en el uso del logotipo creado por el Ministerio "Raza autóctona" podría fomentar la cría de la raza en explotaciones comerciales de mediano tamaño.

Como raza de exhibición, la "Extremeña Azul" también tiene un lugar en los certámenes donde ya ha participado y ha sido reconocida.

Los resultados del estudio genético de la raza que acompaña a este informe confirman su interés como recurso zoogenético y por tanto también como materia de nuevos proyectos de investigación.

K. Asociación de criadores.

En 2011 se constituyó legalmente la Asociación de Criadores de Gallinas de Raza Extremeña Azul (ACGEXA), que solicitará la llevanza del Libro Genealógico y la gestión del Programa de Mejora de la raza.

L. Disponibilidad de material genético o banco de germoplasma.

Se dispone de un banco genético de muestras de ADN, pero no existe aún banco de germoplasma.

Agradecimientos.

En primer lugar y de una manera especial a Dña. Luz Rueda Sabater, quién inició los trámites para la elaboración de este Informe, y que falleció el pasado 27 de Julio.

A todos los criadores por su labor continuada y callada en la conservación de esta raza.

A investigadores autores de estudios que han fomentado el conocimiento de la raza, muy especialmente a Ángel Muriel Durán.

A Manuel Pérez Portillo y a Pedro Serrano Venero, trabajadores de CICYTEX y CENSYRA que manejan las aves con esmerada dedicación.

BIBLIOGRAFÍA

Belkhir K., Borsa P., Chikhi L., Raufaste N., Bonhomme, F. (2004). GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des Populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II, Montpellier (France).

Bowcock A. M., Ruiz-Linares A., Tomfohrde J., Minch E., Kidd J.R., Cavalli-Sforza L. L. (1994) High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature*, 368:455–457.

Campo J. L. & Orozco, F. (1985) Diez años del programa de conservación de razas españolas de gallinas (1975-1984). XXII Symposium de la SEAMAC, Palma de Mallorca 7-9 noviembre 1984. Selecciones avícolas, 253-258.

https://www.google.com/search?q=gen+colombino+en+aves&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=OFKqV7udCIXBaL7asbqJ

Campo J. L. (2011) Catálogo de Razas Españolas de Gallinas, que recoge las mantenidas en El Programa de Conservación del INIA (1975-2010). INIA. Madrid. http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inia.es%2Fqcontrec%2Fpub%2FCATALOGO_INIA_Gallinas_1290596384804.pdf&ei=SDdGU8DWluXb0QWM84GICA&usq=AFQjCNGEi-4LDQtAd_ujN8UZ5pOpObCTrq&bvm=bv.64507335.d.d2k

Ceccobelli S., Di Lorenzo P., Lancioni H., Monteagudo Ibáñez L. V., Tejedor M. T., Castellini C., Landi V., Martínez Martínez A., Delgado Bermejo J. V., Vega Pla J. L., León Jurado J. M., García N., Attard G., Grimal A., Stojanovic S., Kume K., Panella F., Weigend S., Lasagna E. (2015). Genetic diversity and phylogeographic structure of sixteen Mediterranean chicken breeds assessed with microsatellites and mitochondrial DNA. *Livestock Sci.*, 175:27-36.

Ceccobelli S., Di Lorenzo P., Monteagudo Ibáñez L. V., Martínez Martínez A, Sarti F. M., Panella F., Weigend S., Lasagna E. and the mediterranean Chicken Cosortium (2013) Assessing genetic diversity and phylogenetic relations of sixteen Mediterranean Chicken breeds. *Proceedings of the 8^o European Poultry Genetics Symposium*. Venice, Italy, September 25-27.

Dávila S. G., Gil M. G., Resino-Talaván P., Campo J. L. (2009) Evaluation of diversity between different Spanish chicken breeds, a tester line, and a White Leghorn population based on microsatellite markers. *Poult. Sci.*, 88:2518–2525.

Del Moral J, Mejias A, Jimenez J, Cancho M, García-Cuadrado N y Corrales D (1998) La gallina azul extremeña y la guinea depredadoras de langosta. *Agricultura: Revista Agropecuaria*, 796: 920-922.

Detry C. & Arruda A. M. (2013) A fauna da Idade do Ferro e da Época Romana de Monte Molião (Lagos, Algarve): continuidades e rupturas na dieta alimentar. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 16: 213-226.

Domínguez O. & Vázquez E. (2009) Filogeografía: aplicaciones en taxonomía y conservación. *Animal Biodiversity and Conservation*, 32 (1): 59-70. http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDMQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.inia.es%2Fqcontrec%2Fpub%2FCATALOGO_INIA_Gallinas_1290596384804.pdf&ei=SDdGU8DWluXb0QWM84GICA&usq=AFQjCNGEi-4LDQtAd_ujN8UZ5pOpObCTrq&bvm=by

- Eriksson J., Larson G, Gunnarsson U., Bed'hom B., Tixier-Boichard M., Strömstedt L. (2008) Identification of the Yellow Skin Gene Reveals a Hybrid Origin of the Domestic Chicken. *PLoS Genet*, 4(2): 2-8.
- FAO (2000). World Watch List for Domestic Animal Diversity. FAO, Roma.
- FAO (2011). Molecular genetic characterization of animal genetic resources. FAO Animal Production and Health Guidelines. No. 9. Rome.
- FEDERAPES (2008) Informe sobre los criterios de clasificación de las razas autóctonas españolas. <http://www.federapes.com/>
- Francechs Vidal, A. Gallinas de Raza. 2ª Ed. Revisada. Ed Arte Avícola, Madrid 2006, 530 pp.
- Fumihito A., Miyake T., Takadas M., Shingut R., Endo T., Gojobori T., Kondos N., Ohno S. (1996) Monophyletic origin and unique dispersal patterns of domestic fowls. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA Evolution*, 93:6792-6795.
- Futuraza (2014). MAGRAMA. Estudio preliminar sobre la aplicación del Programa Nacional de Conservación, Mejora y Fomento de las razas Ganaderas (2009-2013).
- Girdland Flink L., Allen R., Barnett R., Malmström H., Peters J., Eriksson J., Andersson L., Dobney K., Larson G. (2014). Establishing the validity of domestication genes using DNA from ancient chickens. *Proceedings of National Academy of Science of the United States of America*, 111 (17): 6184–6189. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1308939110
- Goudet, J. (2001) FSTAT, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (version 2.9.3). Available from <http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>. Updated from Goudet (1995).
- Huson, D. H. & Bryant, D. (2006) Application of phylogenetic networks in evolutionary studies. *Mol. Biol. Evol.*, 23:254–67.
- Langella, O. (1999) Populations 1.2.31: a population genetic software. CNRS UPR9034. Available from: <http://bioinformatics.org/~tryphon/populations/>
- Liu Y. P., Wu G. S., Yao Y. G., Miao Y. W., Luikart G., Baig M., Beja-Pereira A., Ding Z. L., Palanichamy M. G., Zhang Y. P. (2006) Multiple maternal origins of chickens: Out of the Asian jungles. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 38:12–19.
- Lyimo C. M., Weigend A., Msoffe P. L., Eding H., Simianer H., Weigend S. (2014) Global diversity and genetic contributions of chicken populations from African, Asian and European regions. *Animal Genetics*, 45:836–48.
- Lyimo C. M., Weigend A., Msoffe P. L., Eding H., Simianer H., Weigend S. (2015) Maternal genealogical patterns of chicken breeds sampled in Europe. *Animal Genetics*, 2015:1-5.
- Marshall T. C., Slate J, Kruuk L. E. B., Pemberton J. M. (1998) Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology*, 7: 639-655.

- Muriel A. (2002) Estudio de diversos parámetros productivos en la raza de gallinas extremeña azul. *Arte avícola*, 48: 17-19.
- Muriel A. (2003) Resultados de la incubación de huevos de gallinas de la raza extremeña azul inseminadas con semen fresco. *ITEA*, 24 (I):226-228.
- Muriel A. (2004) The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range extremeña azul chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2 (2): 211-216.
- Muriel, A. (2009) Extremeña Azul. *In* Guía de campo de las razas autóctonas españolas. Coord: Fernández M, Gómez M. Delgado JV, Adán S, Jiménez M. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. pp. 635-637.
- Muriel A. y García N. (2005) Crecimiento y características de la canal de gallos alimentados con productos procedentes de la agricultura ecológica. *ITEA*, 26 (I): 282-284.
- Muriel, A. y García, N. (2006) Producción ecológica de gallos de la raza Extremeña Azul. Libro de Resúmenes VII Congreso SEAE, Zaragoza. Comunicación Nº 140, p. 9.
- Nei M., Tajima F., Tatenó Y. (1983) Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. II. Gene frequency data. *J. Mol. Evol.*, 19:153–170.
- Orozco, F. (1989) Razas de gallinas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. Pp.197-199.
- Orozco, F. (2000) La Raza de Gallinas Extremeña Azul. *Arte Avícola*, 37: 24 – 28.
- Pérez A., Torvisco J. L., Puigcerver P., García Cuadrado N., Fernández-García J .L. (2013) Diferencias en producción de huevos entre individuos de raza “Extremeña Azul” III Jornadas Veterinarias para Estudiantes y II Jornadas de Ciencias de la Salud Facultad de Veterinaria de Cáceres 11-13 abril. Póster.
- Page R. D. (1996) TreeView: an application to display phylogenetic trees on personal computers. *Comput. Appl. Biosci.*, 12:357–8.
- Park S. D. E. (2001) Trypanotolerance in West African Cattle and the Population Genetic Effects of Selection. University of Dublin.
- Peters J., Lebrasseur O., Deng H., Larson G. (2016) Holocene cultural history of Red jungle fowl (*Gallus gallus*) and its domestic descendant in East Asia. *Quaternary Science Reviews*, 142: 102-119.
- Pramual P., Meeyen K., Wongpakam K., Klinhom U. (2013) Genetic Diversity of Thai Native Chicken Inferred from Mitochondrial DNA Sequences *Tropical Natural History*, 13(2): 97-106.
- Pritchard J. K., Stephens M., Donnelly P. (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155:945–59.
- Reynolds J., Weir B. S., Cockerham C. C. (1983) Estimation of the coancestry coefficient: basis for a short-term genetic distance. *Genetics*, 105:767–79.

- Rosenberg, N. A. (2004) DISTRUCT: a program for the graphical display of population structure. *Mol. Ecol. Notes*, 4:137–138.
- Storey A. A., Athens J. S., Bryant D., Carson M., Emery K., de France S., Higham C., Huynen L., Intoh M., Jones S., Kirch P. V., Ladefoged T., McCoy P., Morales-Muñiz A., Quiroz D., Reitz E., Robins J., Walter R., Matisoo-Smith E. (2012) Investigating the Global Dispersal of Chickens in Prehistory Using Ancient Mitochondrial DNA Signatures. *PloS ONE*, 7(7):1-11. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3405094/>
- Walsh P. S., Metzger D. A., Higuchi R. (1991) Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. *BioTechniques*, 10:506–13.
- Wilkinson S., Archibald A. L., Haley C. S., Megens H. J., Crooijmans R. P., Groenen M. A., Wiener P., Ogden R. (2012) Development of a genetic tool for product regulation in the diverse British pig breed market. *BMC Genomics* 13:580.
- Xiang H., Gao J., Yu B., Zhou H., Cai D., Zhang Y., Chen X., Wang X., Hofreiter M., Zhao X. (2014) Early Holocene chicken domestication in northern China. *Proceedings of National Academy of Science of the United States of America*, 111 (49): 17564–17569. <http://www.pnas.org/content/111/49/17564>
- Yeh F. C. & Boyle T. J. B. (1997) Population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. *Belg. J. Bot.*, 129:157.
- Youssao I. A. K., Tobada P. C., Koutinhoun B. G., Dahouda M, Idrissou N. D., Bonou U. P., Tougan S., Yapi-Gnaoré V., Kayang B., Rognon X., Tixier-Boichard M. (2010) Phenotypic characterisation and molecular polymorphism of indigenous poultry populations of the species *Gallus gallus* of Savannah and Forest ecotypes of Benin. *African Journal of Biotechnology*, 9(3): 369-381. <http://www.academicjournals.org/AJB>