

POSICIONAMIENTO GENÉTICO DE DOS POBLACIONES DE GALLINAS PEDRESAS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE MICROSATÉLITES

GENETIC POSITION USING MICROSATELLITES OF TWO CHICKEN PEDRESA POPULATIONS

Cañón J.¹, Sevane N.¹, Méndez R.S.¹, Cortés O.¹, Barquín F.²,
Crespo M.J.², Dunner S.¹, Francesch A.³

¹Laboratorio de Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

²CENSYRA, Sierrapando s/n, 39300 Torrelavega (Cantabria)

³IRTA - Centro Mas de Bover. Carretera de Reus El Morell, Km 3,8. 43120 Constantí.

Keywords:

Pedresa chicken
populations
Molecular markers
Genetic diversity
Genetic structure

Palabras clave:

Poblaciones de
gallinas Pedresa
Marcadores
moleculares
Diversidad
genética
Estructura genética

Abstract

The main characteristics of the Pedresa chicken breed are its irregular barred plumage colour and yellow legs. This breed is autochthonous from northern Spain, mainly confined to Cantabria. The first morphological description of the Pedresa breed dates back to June 1919, when the breed standards were published in several regional newspapers inviting breeders to participate in the Cantabrian Poultry Contest. Since the mid-twentieth century, the Pedresa breed suffered a drastic decline in populations leading to its near extinction at the end of the 20th century. Advocates of the Pedresa breed as a medium weight Atlantic chicken are supported by Orozco's publications. However, the advocates of Pedresa as a light weight Mediterranean chicken rely on studies showing that the usual chicken was the light or Mediterranean type, both in the Iberian Peninsula and in the rest of southern Europe, up until the last quarter of the 20th century. The aim of this work was to characterize these two chicken populations, considered by different associations as Pedresa, using the genetic information from 426 individuals belonging to 12 populations. The results obtained place the light type Pedresa near to the Castilian chicken breed, whereas the medium weight type Pedresa firstly shares its genetic origin with the Euskal Oiloa breed, and secondly with the Pita Pinta. Genetic isolation, as a reflection of the degree of uniqueness, is more pronounced in the light type Pedresa than in the medium weight type.

Resumen

La gallina Pedresa se caracteriza por su plumaje barrado irregular o pedrés y pata amarilla. Es una raza autóctona del norte de España, principalmente circunscrita a Cantabria. La primera descripción morfológica de la gallina Pedresa de la que se tiene constancia data de junio de 1919, cuando se publicaron los estándares de esta raza en varios periódicos de tirada regional para la participación en el Concurso Avícola Cantábrico. Desde mediados del siglo XX la Pedresa sufrió un drástico declive en sus poblaciones, lo que hizo que a finales de ese siglo se considerara como prácticamente extinguida. Los defensores de la Pedresa como gallina atlántica semipesada se respaldan en las publicaciones de Orozco, mientras que los defensores de la Pedresa como gallina mediterránea ligera se apoyan en estudios según los cuales en la Península Ibérica, como en el resto del sur de Europa, la gallina habitual fue de tipo ligero o mediterráneo hasta el último cuarto del siglo XX. El objetivo de este trabajo fue la caracterización de dos poblaciones consideradas por diferentes asociaciones como Pedresas, disponiéndose de información genética de 426 individuos pertenecientes a 12 poblaciones.

Los resultados aproximan la Pedresa de tipo ligero a la Castellana, gallina de tipo mediterráneo, mientras que la Pedresa de tipo semipesado comparte origen genético con la Euskal Oiloa en primer lugar, y en segundo lugar con la Pita Pinta. El aislamiento genético, como un reflejo de lo que podría ser su grado de singularidad, es más acentuado en la Pedresa ligera que en la semipesada.

Introducción

La gallina Pedresa, también conocida como Cuca, se caracteriza principalmente por un plumaje barrado irregular o pedrés, que le ha dado su nombre, y un carácter originario agreste. Tradicionalmente ha sido una raza autóctona del norte de España de doble aptitud, principalmente circunscrita a Cantabria, aunque se podía encontrar también en Asturias, Galicia y el norte de Castilla-León (Fernández et al., 2010).

En la actualidad, fundamentalmente como consecuencia de la descripción que de esta raza hizo Orozco (2000), hay discrepancias en cuanto a su clasificación dentro de un tipo morfológico concreto, asignándole algunos autores la tipología ligera mediterránea, mientras otros la definen como una raza de origen atlántico y semipesada, lo que junto con los esfuerzos para salvar a esta raza de gallinas de la extinción han llevado a la creación de diferentes asociaciones.

Algunos de los aspectos morfológicos y de comportamiento de esta población se encuentran descritos en las obras del escritor cántabro Manuel Llano (1898-1938) publicadas entre los años 20 y 30 del siglo pasado y donde, entre otras descripciones, las mostraba como menudas y un poco más altas que las palomas (Llano, 1938. Dolor de Tierra Verde).

Las primeras descripciones morfológicas relevantes de la gallina Pedresa de la que se tienen constancia datan de junio de 1919, cuando se publicaron en varios periódicos de tirada regional las características exigidas para la participación en el Concurso Avícola Cantábrico: tamaño entre grande y mediano, plumaje pedrés (cuco), cresta sencilla, patas sin pluma, amarillas y con cuatro dedos, orejillas blancas y pico amarillo. En las publicaciones de la primera mitad del siglo XX (Crespo, 1929; Castelló, 1949) se la describe como un ave de tamaño pequeño a mediano, muy activa y rústica.

Desde mediados del siglo XX, la gallina Pedresa sufrió un drástico declive en sus poblaciones, lo que hizo que a finales de ese siglo se considerara como prácticamente extinguida (Pérez & Pérez, 2008). A principios de los años 90 surge un interés por evitar la desaparición de la gallina Pedresa, centrando sus esfuerzos en la distinción entre lo que consideraban la Pedresa original, descrita en 1961 por Madariaga y respaldada por autores como Crespo (1929) o Castelló (1930, 1949), y el resto de gallinas barradas de mayor o menor pureza que se agrupaban erróneamente bajo esa denominación (Pérez & Pérez, 2008). Posteriormente, a finales de los años 90, la Asociación Cultural Tudanca inició también la búsqueda de ejemplares 'puros' para la fijación de las características de esta raza y, con el apoyo de la Conserjería de Ganadería, Agricultura y Pesca del Gobierno de Cantabria, crearon un centro de selección y reproducción, así como la Asociación de Criadores de Gallina Pedresa. Sin embargo, el patrón de gallina Pedresa defendido por esta asociación se fundamenta en el publicado por Orozco (2000) y apoyado por Francesch (2006), que a diferencia de los autores anteriores, definen a la Pedresa como una gallina de tipo atlántico y corte semipesado. Recientemente, la Asociación Cántabra para la Conservación y Fomento de la Gallina Pedresa se unió a los esfuerzos de recuperación de esta raza, pero en este caso apoyando las descripciones morfológicas de una gallina mediterránea y ligera (Madariaga, 1961).

El objetivo de este trabajo es la caracterización genética mediante la utilización de marcadores moleculares recomendados por la FAO de dos poblaciones consideradas por diferentes asociaciones como Pedresas.

Material y Métodos

Se dispuso de 60 y 61 muestras de ejemplares de cada una de las dos poblaciones de gallinas pedresas objeto de estudio (semipesada y ligera respectivamente). Se incluyeron, además, en el análisis poblaciones de dos razas de la cornisa cantábrica reconocidas por el MAGRAMA como la Euskal Oiloa (35) y la Pita Pinta (30), y otra, también reconocida por el MAGRAMA (www.magrama.gob.es), representante de lo que podría ser la influencia mediterránea, la Castellana (30), así como líneas comerciales que han podido ejercer una cierta influencia, o tener un cierto parentesco sobre algunas de las oficialmente reconocidas y que se distribuyeron de la siguiente forma: muestras de tres líneas de ponedoras, dos de huevo marrón, A (30) y C (30), y la otra de huevo blanco (30), dos líneas paternas de broilers, A (30) y B (30), y dos líneas maternas de broilers, A (29) y D (31).

Tabla I. Denominación de los microsatélites utilizados, su ubicación cromosómica, y rango de tamaño de los alelos (*Microsatellite names, chromosome and range of allele sizes*).

Lista de microsatélites para estudios de diversidad en gallina								
Nombre	Crom.	Cebadores (5'→3'): Forward:Reverse	Rango de alelos		Nombre	Crom.	Cebadores (5'→3'): Forward:Reverse	Rango de alelos
			Forward	Reverse				
ADL0268	1	CTCCACCCCTCTCAGAACTA CAACTTCCCATCTACCTACT	104-116		MCW0078	5	CCACACGGAGAGGAGAAAGGTCT TAGCATAATGAGTGTACTGAGCTTC	135-145
MCW0248	1	GTTGTTCAAAAGAAAGATGCATG TTGCATTAACCTGGGCACCTTC	207-223		MCW0081	5	GTTGCTGAGAGCCCTGGTGCAG CCTGTATGTGGAATTAATCTCTC	112-135
MCW0111	1	GCTCCATGTGAAAGTGGTTTA ATGTCCACTTGTCAAATGATG	98-108		MCW0014	6	TATTGGCTCTAGGAACTGTC GAAATGAAAGGTAAGACTAGC	164-182
MCW0020	1	TCTTCTTTGACATGAATGGCA GCAAGGAAGATTTTGTACAAAATC	179-185		MCW0183	7	ATCCCAAGTTCGAGTATCCGA TGAGATTTACTGGAGCCTGCC	296-320
LEI0234	2	ATGCATCAGATTTGGTATTCAA CGTGGCTGTGAACAAATATG	216-362		ADL0278	8	CCAGCAGTCTACCTTCCTAT TCTCATCCAAGAAACAGTGTG	114-123
MCW0034	2	TGCACGGCACTTACATACTTAGAGA TGTCTTCCAAATACATTCATGGG	220-246		ADL0112	10	GGCTTAAGCTGACCCATTAT ATCTCAAATGTAATGCGTGC	122-132
MCW0206	2	ACATCTAGAATTGACTGTTAC CTTGACAGTGTGCATTAATG	221-239		MCW0067	10	GCCTACTGTGTGCTGCAGTTT GAGATGTAGTTGCCACATTCGGAC	178-186
LEI0166	3	CTCCTGCCCTTAGCTACGCA TATCCCTGGCTGGGAGTTT	356-366		MCW0104	13	TAGCACAACCTCAAAGCTGTGAG AGACTTGCACAGCTGTGTACC	190-226
MCW0016	3	ATGGCCGAGAAAGGCAAGCGATAT TGGCTTCTGAAGCAGTTGCTATGG	170-184		MCW0216	13	GGGTTTTACAGGATGGGACG AGTTTCACTCCCAAGGGCTCG	141-149
MCW0037	3	ACCGGTGCCATCAAATACCTATTA GAAAGCTCACATGACACTGGGAAA	154-160		MCW0123	14	CCACTAGAAAAGAAACATCCTC GGCTGATGTAAGAAAGGGATGA	80-92
MCW0103	3	AACTGGTTGAGAGTGAATGC TTTCTTAAGTGGATGCTTCTG	266-270		MCW0080	15	ACCCAGCAGCCCGTGCATTCT GAAATGGTACAGTGCAGTTGG	266-281
MCW0222	3	GCAGTTACATTGAAATGATTC TTCTCAAAACACCTAGAAAGAC	220-226		MCW0330	17	TGGACCTCATCAGTCTGACAG AATGTTCTCATAGAGTTCTTGC	256-290
LEI0094	4	GATTCACCAAGTATGAGCTGC TCTCACACTGTAACACAGTGC	247-285		MCW0165	23	CAGACATGCATGCCAGATGA GATCCAGTCTGCAGGCTGC	114-118
MCW0098	4	GGCTGCTTTGTGCTCTTCTCG CGATGGTCGTAATTCACAGT	263-265		MCW0069	26	GCCTCGAGAAAACCTTCTGCG ATTGTTCAACAAGCATGGGAGGA	158-172
MCW0295	4	ATCACTACAGAAACACCCCTCTC TATGTATGCACCGCAGATATCC	88-106					

La información molecular fue proporcionada por un conjunto de 29 marcadores tipo microsatélite, 28 de los cuales son los recomendados por la FAO (2004) (<http://dad.fao.org/>), siendo los estándares en la denominación de los alelos los utilizados en el proyecto AVIANDIV (<http://w3.tzv.fal.de/aviandiv>). El microsatélite adicional fue el MCW0080 utilizado para la caracterización genética de poblaciones de gallinas en diferentes continentes (Granevitze et al., 2007) (Tabla I).

Después de estimar los principales parámetros poblacionales de diversidad génica y riqueza alélicas, se calcularon los estadísticos F de Wright (F_{IT} , F_{ST} y F_{IS}) para entender como está distribuida la diversidad, y aplicando el procedimiento de Weitzman (1992, 1993) utilizamos la matriz de distancias F_{ST} para calcular la pérdida marginal de diversidad genética, transformar dicha matriz en otra con propiedades ultramétricas y representarla mediante el algoritmo de Neighbor-joining. Un análisis multivariante de correspondencia se utilizó para representar en un sistema de dos ejes la posición relativa de las diferentes poblaciones incluidas en el estudio.

Además de software propio, utilizamos el siguiente en la elaboración de los resultados: Genetix 4.4 (Belkhir et al., 2001), FSTAT 2.9.3.2 (Goudet, 2001), MEGA 4.0 (Tamura et al., 2007), Structure 2.2 (Pritchard et al., 2000).

Resultados y Discusión

Los resultados sobre diversidad esperada y observada, riqueza alélica y endogamia o nivel de subdivisión dentro de las poblaciones analizadas se presentan en la Tabla II. Solo las poblaciones de Pedresa, Pita pinta y Castellana mostraron desequilibrio Hardy-Weiberg. Para el resto de parámetros de la Tabla II no se apreciaron patrones de comportamiento que diferencien las poblaciones españolas de las seleccionadas.

Tabla II. Número de muestras, diversidad génica (H_e), heterocigosis observada (H_o), riqueza alélicas y F_{IS} para cada una de las poblaciones incluidas en el análisis (*Population sample sizes, expected and observed heterozygosities, allelic richness and F_{IS} values*).

Poblaciones	N	H_e	H_o	Riqueza alélica	F_{IS}
Pedresa semipesada	60	0,586	0,541	3,9	0,077*
Pedresa ligera	61	0,569	0,574	3,7	-0,009
Euskal Oiloa	35	0,518	0,535	3,6	-0,033
Pita Pinta	30	0,589	0,511	4,3	0,134*
Castellana	30	0,426	0,357	2,9	0,165*
Brown egg layer line C	30	0,393	0,399	2,9	-0,015
Brown egg layer line A	30	0,418	0,391	2,9	0,065
Broiler sire line A	30	0,547	0,526	3,8	0,039
Broiler sire line B	30	0,497	0,475	3,7	0,044
Broiler dam line D	31	0,627	0,613	4,8	0,023
Broiler dam line A	29	0,583	0,585	3,9	-0,004
White egg layer	30	0,338	0,309	3	0,086

El asterisco indica que F_{IS} es diferente de 0 para un p-valor < 0,01

En cuanto a los valores globales de subdivisión, las estimaciones de los estadísticos de Wright proporcionaron unos valores para F_{IT} , F_{ST} y F_{IS} de 0,27 (0,23-0,30), 0,24 (0,22-0,27), y 0,03 (0,006-0,06) respectivamente (entre paréntesis los intervalos de confianza del 95%). Resulta evidente la clara división que se aprecia, con un valor medio de F_{ST} del 24% (las razas explican casi un cuarto de la diversidad genética global medida). Este resultado muestra los niveles de dispersión de las razas de gallinas, consecuencia en gran medida del aislamiento reproductivo, pero también de la deriva por selección intensa de las líneas especializadas de producción.

Si observamos con más detalle lo que ocurre con el grado de diferenciación genética entre pares de poblaciones, podemos observar (Tabla III) cómo las dos líneas de ponedoras presentan distancias genéticas muy elevadas respecto al resto de poblaciones, con promedios entre 0,34 y 0,37 (Tabla IV).

Tabla III. Distancia genética, en términos de F_{ST} , entre las poblaciones de gallinas analizadas (las dos poblaciones de gallinas de huevo marrón se consideraron conjuntamente) (*Pairwise genetic distances in terms of F_{ST} (the two Brown egg layer populations are jointly considered)*).

Poblaciones	Pedresa Ligera	Euskal Oiloa	Pita Pinta	Brown egg layer	Castellana	Broiler sire line A	Broiler sire line B	Broiler dam line D	Broiler dam line A	White egg layer
Pedresa Semipesada	0,15	0,12	0,12	0,33	0,23	0,17	0,21	0,15	0,17	0,32
Pedresa Ligera		0,19	0,18	0,3	0,22	0,21	0,23	0,13	0,16	0,35
Euskal Oiloa			0,17	0,33	0,24	0,22	0,26	0,17	0,18	0,38
Pita Pinta				0,27	0,25	0,17	0,2	0,16	0,17	0,35
Brown egg layer					0,42	0,39	0,39	0,31	0,33	0,48
Castellana						0,27	0,32	0,19	0,21	0,38
Broiler sire line A							0,13	0,13	0,12	0,37
Broiler sire line B								0,12	0,15	0,37
Broiler dam line D									0,07	0,32
Broiler dam line A										0,33

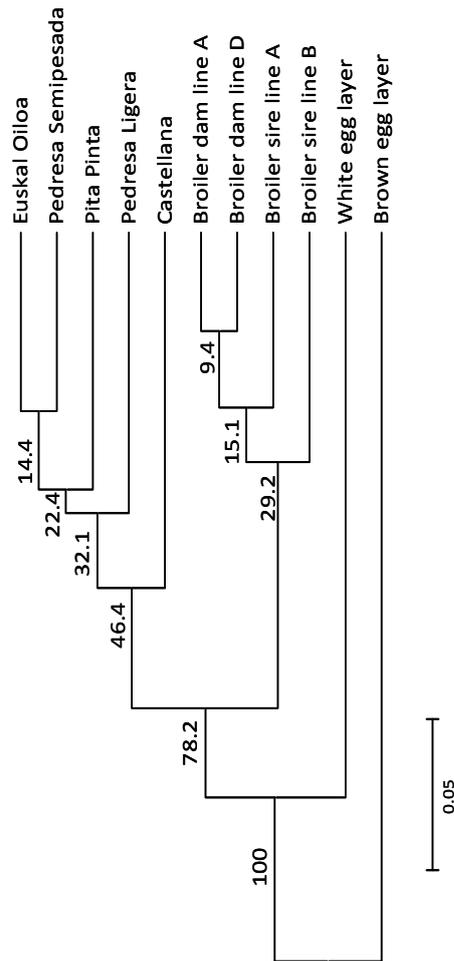


Figura 1. Representación en forma de dendrograma de una matriz ultramétrica originada a partir de la matriz de distancias que aparecen en la Tabla 3. Las cifras que aparecen representan la pérdida de diversidad si el nodo correspondiente es eliminado. (*Dendrogram based on the ultrametric genetic distance matrix showed in Table III showing the relationships among the chicken populations. Values in brackets represent the loss of diversity caused by the extinction of a population or a set of populations.*)

Tabla IV. Distancia (F_{ST}) promedio de cada una de las poblaciones al resto de las otras poblaciones (en orden decreciente) (*Average genetic distances (F_{ST}) from each population to the rest of populations (in descendent order)*).

Población	Distancia promedio (F_{ST})
White egg layer	0,368
Brown egg layer C	0,340
Brown egg layer A	0,310
Castellana	0,274
Broiler sire line B	0,248
Euskal Oiloa	0,226
Broiler sire line A	0,225
Pita Pinta	0,204
Broiler dam line A	0,195
Pedresa Ligera	0,192
Broiler dam line D	0,185
Pedresa Semipesada	0,180

Si la matriz que aparece en la Tabla III la transformamos en una matriz con propiedades ultramétricas podemos obtener una representación que es única tal y como aparece en la Figura 1. Esta gráfica muestra que las poblaciones que más han sufrido la deriva genética son las dos líneas de ponedoras, lo cual puede ser explicado por las elevadas intensidades de selección a las que probablemente han sido sometidas, lo que conlleva reducidos censos efectivos. En otro grupo aparecen todas las líneas de Broilers, por un lado agrupadas las líneas padre, y por otro las maternas. Finalmente, todas las poblaciones españolas aparecen en un grupo, siendo la Castellana la que figura como más aislada del resto de poblaciones españolas. Respecto a la posición en la que aparecen las dos poblaciones de pedresas indicar que la semipesada comparte grupo con la vasca Euskal Oiloa, mientras que la ligera sería, después de la Castellana, la población más aislada. Las cifras que aparecen en la Figura 1 representarían la pérdida de diversidad en el supuesto de desaparición de una población o conjunto de poblaciones.

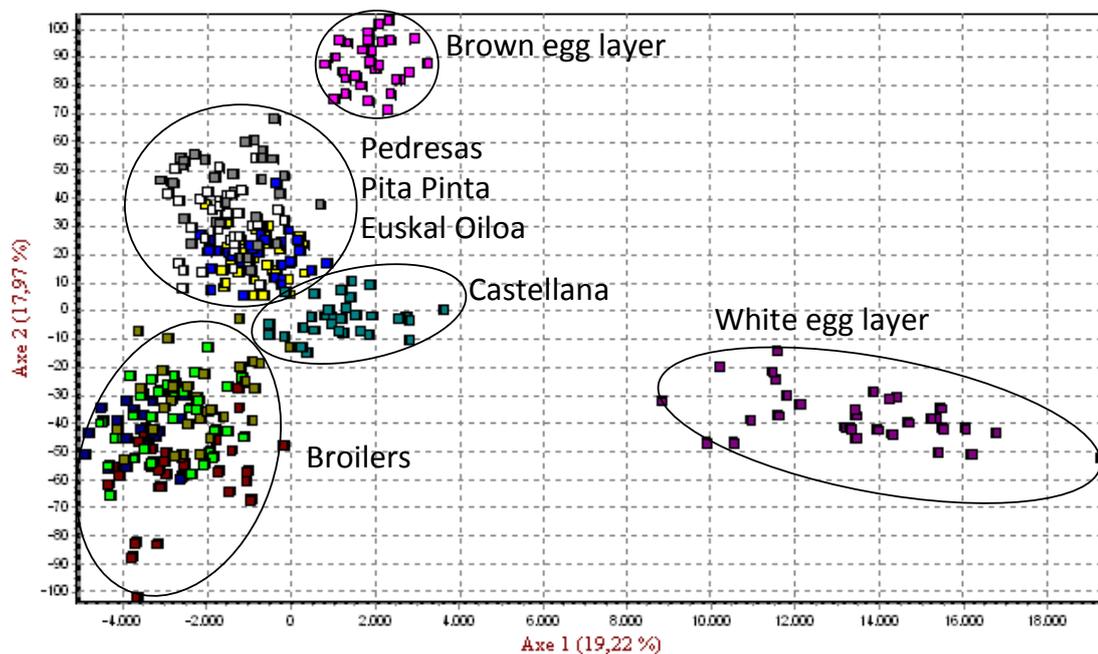


Figura 2. Proyección sobre los dos primeros ejes de un análisis de correspondencia cuando tenemos en cuenta el conjunto de 11 poblaciones genotipadas para 29 microsátélites. Las dos poblaciones de gallinas de huevo marrón se consideraron conjuntamente. (*Projection on the two first axis of a correspondence analysis from 29 microsatellite loci typed in eleven populations. The two Brown egg layer populations are jointly considered*)

En las Figuras 2 y 3 se representa el resultado de un análisis multivariante de correspondencia en el que figura la posición relativa en un plano de dos dimensiones formado por los ejes de mayor “inercia”, los cuales se obtienen ponderando la información que proporcionan los 29 microsátelites como variables explicativas. En la Figura 2 se aprecia claramente como la ponedora de huevo blanco (Leghorn) queda discriminada por el primer eje, siendo el segundo eje el que discrimina el resto de poblaciones. Como consecuencia del aislamiento y distancia de la línea de ponedora de huevo blanco, la posición del resto de poblaciones queda reducida por lo que puede resultar de interés representar el conjunto de poblaciones españolas en solitario. Esto es lo que aparece en la Figura 3, y como se puede observar el primer eje discriminaría tres grupos de poblaciones: Castellana, Pedresa ligera, y Pita Pinta, Euskal Oiloa y Pedresa semipesada. El segundo eje discriminaría cuatro grupos: Pita Pinta, Pedresa ligera y Castellana, Pedresa semipesada, y Euskal Oiloa. El eje de mayor inercia confunde las poblaciones de Pedresa semipesada y Euskal Oiloa, y en menor medida la Pita Pinta, mientras que es el segundo eje confunde a la Pedresa ligera con la Castellana.

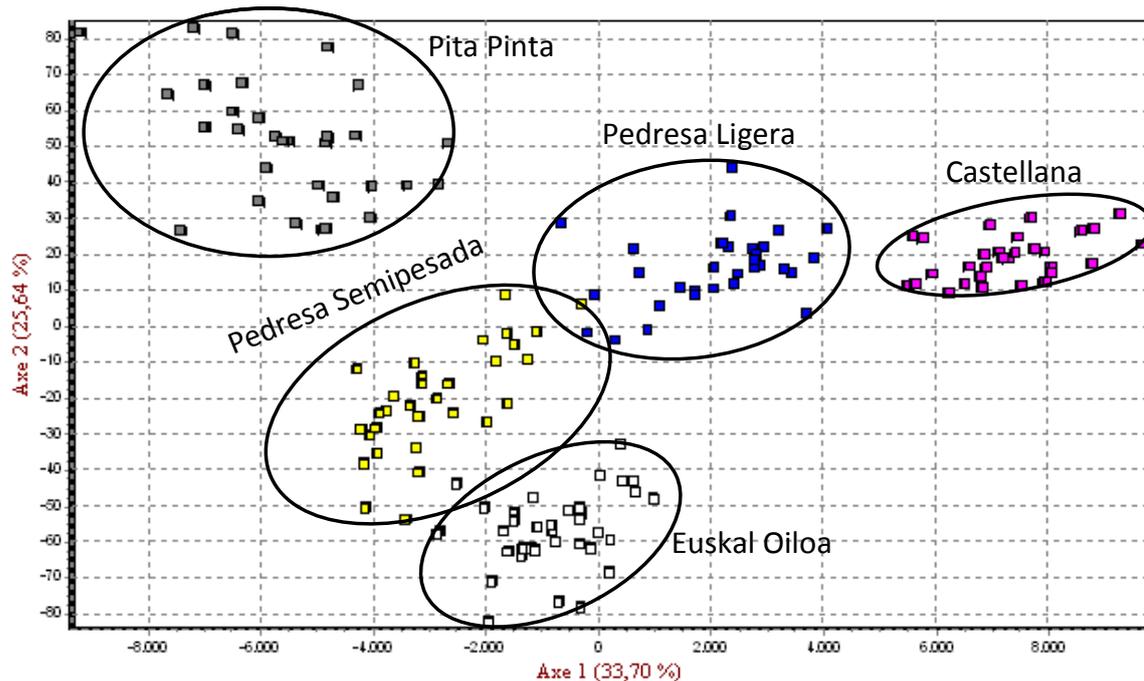


Figura 3. Proyección de las poblaciones de gallinas españolas analizadas genotipadas para 29 microsátelites sobre los dos primeros ejes de un análisis de correspondencia (*Projection on the two first axis of a correspondence analysis from 29 microsatellite loci typed in the Spanish chicken populations*).

Los resultados del análisis de la estructura genética mediante el software Structure corresponden a un modelo de ancestro común que asumió la existencia de mezclas entre las poblaciones, con un parámetro Dirichlet para el grado de mezcla de 1,0, con 50.000 ciclos para el período de “burnin” y 70.000 repeticiones MCMC. Se realizaron 20 repeticiones para cada uno de los diferentes valores de k (número de orígenes considerados a priori) y se eligió una de las ejecuciones de entre las que teniendo un valor de verosimilitud más reducido se repetía con mayor frecuencia la estructura del conjunto de poblaciones.

En la Figura 4, se presentan los resultados que tienen en cuenta las 11 poblaciones (se consideró conjuntamente las dos poblaciones de huevo marrón) y el número de orígenes es dos y tres. Se puede observar que el conjunto de broilers se queda en uno de los orígenes y las dos líneas de ponedoras comerciales aparecen en el mismo origen genético que todas las poblaciones españolas. Cuando el número de orígenes es tres, se separan de las poblaciones españolas las dos líneas de ponedoras. Esto, en principio, se puede interpretar como que el grado de similitud entre las poblaciones españolas es mayor que el que hay entre cualquiera de estas poblaciones y cualquiera de las líneas comerciales de ponedoras.

Si centramos ahora el análisis en las poblaciones españolas podemos observar que cuando asumimos dos únicos orígenes genéticos (k=2) la Pedresa ligera comparte un origen mayoritario (89%) con la Castellana (color amarillo), y otro minoritario (11%) que comparte con la Pita Pinta, Euskal Oiloa y Pedresa semipesada (color rojo), mientras que esta última comparte orígenes con la Euskal Oiloa vasca y Pita Pinta asturiana (Tabla V). Si asumimos tres orígenes genéticos observamos que la Pedresa ligera se separa del resto de poblaciones

españolas, mientras que la semipesada sigue compartiendo orígenes con la Euskal Oiloa vasca y Pita Pinta asturiana (Tabla V).

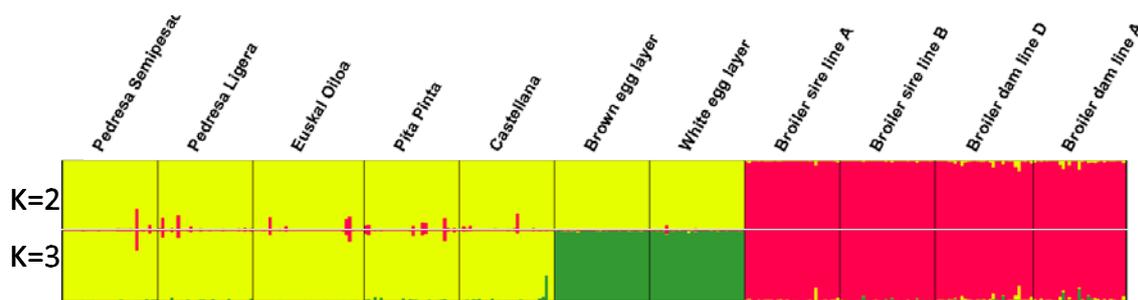


Figura 4. Representación gráfica de la proporción de genoma de cada individuo que proviene de 2 ($K=2$) o 3 ($K=3$) orígenes genéticos hipotéticos. Las dos poblaciones de gallinas de huevo marrón se consideraron conjuntamente. (*Graphical representation of individual genotype membership coefficients when $K = 2$ and $K = 3$. The two Brown egg layer populations are jointly considered*)

Estas proporciones que aparecen en la Tabla V, y que son el promedio para todos los individuos de cada una de las razas incluidas en el análisis, pueden ser representadas gráficamente, de forma similar a como se hizo en la Figura 4, para cada individuo de cada una de las poblaciones (Figura 5). Parece claro que la Pedresa ligera se aísla del resto de poblaciones antes que la semipesada. La primera ya se discrimina cuando el número de orígenes considerado es tres, mientras que la segunda, incluso cuando el número de orígenes es cuatro comparte ancestro con la gallina vasca. Además, la Pedresa ligera comparte orígenes con la Castellana. Ambos aspectos la diferencian claramente de la Pedresa semipesada.

Tabla V. Proporción que de cada una de las poblaciones de gallinas españolas se asigna a cada uno de dos o tres orígenes genéticos (en negrita los valores significativos) (*Individual genotype membership proportions assigned to each of the two or three a priori considered clusters (in bold highlighted greatest percentages)*).

Población	Orígenes genéticos				
	Dos orígenes		Tres orígenes		
	1	2	1	2	3
Pedresa semipesada	0,943	0,057	0,944	0,009	0,047
Pedresa ligera	0,011	0,989	0,010	0,008	0,982
Euskal Oiloa	0,973	0,027	0,971	0,015	0,014
Pita Pinta	0,985	0,015	0,985	0,006	0,010
Castellana	0,008	0,992	0,003	0,993	0,003

Por otro lado, el promedio de las verosimilitudes ($\ln(K/P)$) que resultó más elevado, es decir, el valor de k (número de orígenes genéticos) que proporcionó una mayor verosimilitud con la información genética utilizada en este trabajo fue de ocho, y esto parece la consecuencia de que las muestras que representan a ambas Pedresas parecen tener orígenes genéticos diferenciados. Así, las muestras de las Pedresas semipesadas provendrían de tres orígenes, mientras que las de la Pedresa ligera provendrían de dos orígenes, uno mayoritario (64%) y otro minoritario (24%). En principio este resultado estaría señalando que dentro de cada una de las poblaciones no existe apareamiento aleatorio. Las diferencias entre las subpoblaciones son mayores en el caso de la Pedresa semipesada, lo cual se refleja en un valor significativamente mayor del estadístico F_{IS} (Tabla I). Aunque el análisis realizado no permite conocer con precisión las causas de estas diferenciaciones dentro de cada una de las dos poblaciones de pedresas, en el caso de las semipesadas podría ocurrir que no compartieran origen sino que cada una de las subpoblaciones fuera el fruto de un material genético diferente en origen, mientras que en el caso de las ligeras, las diferencias entre las subpoblaciones pueden tener su origen en deriva genética como consecuencia del aislamiento reproductivo, es decir, en un principio compartirían un mismo origen genético y como consecuencia de que los criadores no han intercambiado material genético se han ido diferenciando genéticamente por azar.

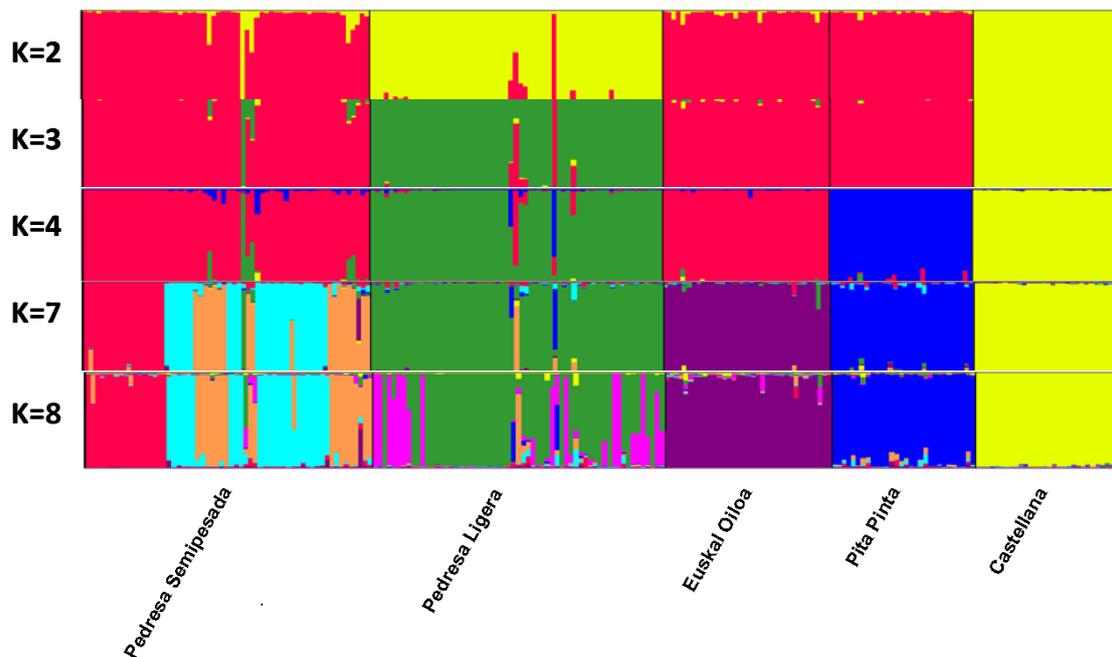


Figura 5. Representación gráfica en la que cada individuo está representado por una línea vertical dividida en 2 ($K=2$) hasta 8 ($K=8$) segmentos de diferente color que representan el porcentaje o fracción de ese individuo que proviene de cada una de los 2, 3,..... u 8 orígenes hipotéticos, y siendo K el número de orígenes considerados (*Graphical representation in which of each animal is represented by a single vertical line divided into 2 ($K=2$) to 8 ($K=8$) colours, where k is the number of clusters assumed and the coloured segment shows the individual's estimated membership proportions in that cluster*).

Conclusiones

Las evidencias genéticas aproximan la Pedresa de tipo ligero a la Castellana, gallina de tipo mediterráneo, mientras que la Pedresa de tipo semipesado comparte origen genético con la Euskal Oiloa en primer lugar, y en segundo lugar con la Pita Pinta.

El aislamiento genético, como reflejo de lo que podría ser su grado de singularidad, es más acentuado en la Pedresa ligera que en la semipesada.

Ambas poblaciones de pedresas parecen tener un origen múltiple, y si en el caso de la semipesada la división en subpoblaciones podría tener justificación en ese triple origen, en parte común con la gallina asturiana y a la gallina vasca, en el caso de la Pedresa ligera podría ser debido al aislamiento y diferenciación genética entre criadores.

Agradecimientos

Este trabajo ha asido financiado por la Consejería de Ganadería, Pesca y Desarrollo Rural del Gobierno de Cantabria.

La elaboración de este trabajo sido posible también gracias a la participación de las asociaciones: Asociación de Criadores de Gallina Pedresa en Cantabria; Asociación Cántabra para la Conservación y Fomento de la Gallina Pedresa; y Asociación Española de Gallina Pedresa, que han proporcionado el material animal, y las muestras de ejemplares de la población objeto de la memoria para análisis genético, a David Lizaso (Urdiaín, Navarra) que proporcionó las muestras de la raza Euskal Oiloa, y a Rafael Eguíño, que presidía la asociación de la raza Pita Pinta asturiana y tomó las muestras de esta raza.

La información genética de las raza Castellana, y de las diferentes líneas de Broilers y de ponedoras (White y Brown egg layers) han sido proporcionadas por el consorcio de AVIANDIV (<http://w3.tzv.fal.de/aviandiv>).

Bibliografía

Belkhir, K., Borsa, P., Chikhi, L., Raufaste, N. & Bonhomme, F. 2001. Genetix, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations, Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UPR 9060,

- Université de Montpellier II: Montpellier, France. Available online: <http://www.genetix.univ-montp2.fr/genetix/intro.htm> (accessed on 10 February 2010).
- Castelló, S. 1930. El arte de criar gallinas. Biblioteca Avícola Popular. 3ª edición 1930. Barcelona.
- Castelló, S. 1949. Mi libro de gallinas. Curso completo de Avicultura e Industrias anejas y derivadas. Barcelona.
- Crespo, R.J. 1929. Gallinas y Gallineros. Curso completo de Avicultura. Libro II. Madrid.
- Francesch, A. 2006. Gallinas de Raza. 2ª Edición. Arte Avícola Publicaciones. Valls.
- Fernández, M., Gómez, M., Delgado, J.V., Adán, S. & Jiménez, M. 2010. Guía de campo de las razas autóctonas españolas. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Granevitze, Z., Hillel, J., Chen, G. H., Cuc, N. T. K., Feldman, M., Eding, H. & Weigend, S. 2007. Genetic diversity within chicken populations from different continents and management histories. *Animal Genetics*, 38, 576–583.
- Goudet, J. 2001. FSTAT, A Program to Estimate and Test Gene Diversities and Fixation Indices (Version 2.9.3.2). University of Lausanne: Lausanne, Switzerland. Available online: <http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm> (accessed on 10 February 2010).
- Madariaga, B. 1961. Estudios Avícolas. La raza Pedresa. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Departamento de Zootecnia. Imprenta Moderna, Córdoba.
- Orozco, F. 2000. La raza Pedresa. *Arte avícola*, 35, 17-20.
- Pérez, D. & Pérez, B. 2008. La Pedresa. Una parte de nuestro patrimonio. <http://www.pedresa.es/historia.htm>
- Pritchard, J.K., Stephens, M. & Donnelly, P. (2000) Inference of population structure from multilocus genotype data. *Genetics*, 155, 945-959.
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular of Biology and Evolution*, 24, 1596-1599.
- Weitzman, M. 1992. On diversity. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 363-405.
- Weitzman, M. 1993. What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *Quarterly Journal of Economics*, 108, 157-183.