

# **CARACTERIZACION DE LA RAZA EQUINA POT'TOKA**

## **MEDIANTE MARCADORES GENETICOS**

Dra. Andone Estonba

Dr. Mikel Iriondo

Ldo. Fernando Rendo

## 1.- Introducción.

Se presenta aquí el estudio global llevado a cabo para la caracterización genética de la raza semisalvaje equina Pottoka, enmarcándola en su hábitat natural, no sólo desde el punto de vista orogeográfico y de manejo de las posibles subpoblaciones dentro de la raza, sino también desde el punto de vista interracial, comparándolo con otras razas equinas situadas en su entorno más cercano (Jaca Navarra, Euskal Herriko Mendiko Zaldia y Burguete), con razas equinas del resto de la Cornisa Cantábrica (Losino, Asturcón, y Galego), y, finalmente, con razas equinas foráneas, principalmente de ponis europeos del denominado tronco Celta (Garrano portugués, Exmoore, Fell y Dales ingleses, Shetland escocés y Connemara irlandés), dada su, hasta ahora aceptada, cercanía a dicho tronco. Por último, se ha tratado de aportar información de utilidad al respecto del origen del Pottoka, y por tanto, del caballo ligero del norte peninsular, si bien, los resultados más relevadores sean aquellos que puedan obtenerse a partir de los restos óseos localizados en yacimientos paleolíticos de la Cornisa Cantábrica, y que nos gustaría poder abordar en breve.

## 2.- Situación actual de la raza equina Pottoka.

Dada la relevancia de cara al estudio aquí presentado de su distribución geográfica así como de determinados caracteres morfológicos, repasaremos brevemente estos aspectos. El Pottoka, también llamado pony Vasco, se encuentra en las tres provincias de la Comunidad Autónoma Vasca, así como en el País Vasco Francés (denominada aquí Pottok), aunque son consideradas como razas diferentes (Pascual *et al.*, 1998). Actualmente existen dos secciones incluidas en el Libro Genealógico de la raza: 1) Sección Pottoka, que incluye aquellos animales de capa negra o castaña oscura y con altura a la cruz no superior a los 130 cm y 2) Sección Pottoka Pinto, que incluye aquellos animales de capa pía o pinta en negro o castaño oscuro y cuya altura a la cruz no supere los 130 cm, si bien esta última sección se

encuentra actualmente en situación controvertida dado que se considera que el carácter de capa pía es una característica importada no original de la raza y, por tanto, a día de hoy susceptible de descalificación.

El interés por la realización de este proyecto de investigación se fundamenta en la propia situación actual de la raza Pottoka, la cual refleja la historia general de la misma, encontrándonos no sólo ante una situación de riesgo respecto de su conservación, sino también ante una evidente mezcla poblacional, donde se pueden observar animales de raza Pottoka cuyas características morfológicas implican una clasificación de la raza en diferentes tipos o secciones, así como una posible diferenciación racial surgida a lo largo del tiempo debida, sobre todo, a los cambios incorporados en su manejo y cuidado.

Son estos hechos los que, en definitiva, fundamentan el interés por la realización del proyecto aquí descrito para la caracterización de la raza mediante marcadores genéticos. Más aún, ante la pérdida global de biodiversidad en el planeta, y en el marco de la conservación de los recursos genéticos animales, la estrategia de “actuaciones locales para solucionar problemas globales”, promovida por la propia FAO, se ha convertido en una de las alternativas de mayor eficacia para responder a tales problemas. La conservación de poblaciones locales proporciona diversidad al conjunto manteniendo combinaciones genéticas únicas adaptadas a condiciones singulares. De ahí su interés.

### 3.- Estudios previos en la raza equina Pottoka.

A pesar del interés actual por la conservación de la raza reflejado en el apartado anterior, el número de trabajos científicos o referencias bibliográficas sobre la raza son relativamente escasos, y más aún en lo tocante a trabajos o estudios genéticos.

En general, podemos decir que no fue hasta después de 1996 cuando el interés por esta raza cobró cierta fuerza, debido principalmente a la edición por parte de la Diputación

Foral de Bizkaia de un libro dedicado íntegramente al Pottoka y la aparición del Catálogo de Razas Autóctonas Vascas (Pascual *et al.*, 1998).

Anteriormente, tan sólo una decena escasa de trabajos se habían preocupado de la raza Pottoka como tal, principalmente desde el punto de vista morfológico, etológico y zoométrico. Así, tal y como citaron Pascual *et al.* en 1998, el primer estudio del que se tiene constancia data de 1935 y fue realizado para la Diputación Foral de Bizkaia por Ferreras. Posteriormente se han realizado trabajos esporádicamente, como los de Bonnet, en 1975, Carreras, en 1983, Maguregui, Albizua y Gómez en 1992, Intxausti *et al.* en 1994, y Armendáriz, también en 1994. Además, esta raza aparece citada por zootecnistas como Sotillo y Serrano (1985), García Dory, Martínez y Orozco (1990) y Massaguer (1995, 1996), entre otros (ver Bibliografía). También aparece citada la raza Pottoka en trabajos presentados al amparo de la FAO (Vega *et al.*, 1997 y Delgado *et al.*, 2001), así como en estudios promovidos por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Tragsega, 2003). En Vega *et al.* (1997) se llevó a cabo una revisión de la evolución histórica y origen de la raza Asturcón, así como unos primeros análisis de polimorfismos bioquímicos realizados, y en donde se mencionó su similitud con Pottoka. Por su parte, Delgado *et al.* (2001) desarrollaron un estudio sobre caracterización de los animales domésticos en España citando nuevamente a la raza Pottoka. Mientras que en el trabajo del 2003 auspiciado por el Ministerio se citó al Pottoka desde el punto de vista de su situación censal y de las diferentes asociaciones que a la fecha del estudio se encargaban de la gestión de la raza.

En cuanto al ámbito de la Genética en sentido amplio, si bien nos encontramos con un primer estudio basado en el análisis de caracteres morfológicos realizado por Jordana *et al.* en 1995, donde comparaba para un total de 30 caracteres morfológicos 22 razas equinas europeas, africanas, asiáticas y sudamericanas, incluyendo la raza Pottok, no podemos considerarlo un trabajo sobre Pottoka como tal, puesto que, como se ha citado previamente,

la raza Pottok francesa y la Pottoka vasco-navarra son consideradas como razas diferentes. Posteriormente, este mismo autor publicó en 1999 un trabajo similar en donde analizaba 14 razas equinas españolas, incluyendo ahora sí al Pottoka, y 3 portuguesas para un total de 46 caracteres morfológicos del prototipo racial. En este trabajo observó aspectos similares a los citados en su trabajo de 1995; concretamente, que el estudio comparativo realizado para los datos morfológicos de todas las razas ofrecía unos clusters compatibles con el diferente origen de las mismas. Así, los ponis o caballos ligeros del norte peninsular (entre los que se incluiría la raza Pottoka) se agrupaban en un mismo cluster lo que suponía una ascendencia común, probablemente a partir del denominado *Equus ferus gmelini* o Tarpán (ya extinguido). Igualmente, figuraba en esa agrupación la raza portuguesa Sorraia evidenciando, posiblemente, el aspecto 'antiguo' o 'salvaje' de este grupo de razas. Por otro lado, el resto de caballos ibéricos de monta constituían un cluster propio compatible con un origen común con el *Equus ferus przewalskyi* (actual Caballo de Przewalski). A su vez, estos dos subgrupos conformarían el denominado Tronco Tarpánico, dado que ciertos autores consideraban al Caballo de Przewalski una variante sudoriental del Tarpán. Finalmente, las razas de caballos pesados peninsulares, agrupadas en un mismo cluster, provendrían del denominado *Equus ferus stenorius, robustus o solutrensis* (Caballo de Solutre o Forest Horse, ya extinguido).

De esta forma, los primeros trabajos que abordaron el estudio genético mediante marcadores moleculares de la raza Pottoka como tal fueron realizados hace apenas 10 años, y pueden resumirse en dos. Por una parte, los desarrollados desde la Universidad de Zaragoza, y por otra, los llevados a cabo desde la Universidad Complutense de Madrid.

Respecto a los primeros, cabe destacar el trabajo preliminar presentado por Pascual *et al.* en 1998, en el que realizó análisis de cariotipos, así como de polimorfismos bioquímicos y de 9 marcadores genéticos de tipo minisatélite en un grupo reducido de caballos de raza

Pottoka procedentes de poblaciones de Bizkaia, que se vio completado en el 2001 por Arruga *et al.*, en donde caracterizaron genéticamente un mayor número de individuos de diferentes poblaciones vizcaínas de raza Pottoka mediante cuatro polimorfismos bioquímicos concluyendo la no presencia de consanguinidad dentro de las poblaciones y sí una divergencia genética entre ellas, lo cual podía ser debido a una subestructuración poblacional significativa dentro del conjunto de animales de raza Pottoka de Bizkaia. También en 1998, pero bajo patrocinio exclusivo de la Diputación Foral de Bizkaia, Pascual *et al.*, presentaron un trabajo zoométrico basado en 17 caracteres morfológicos medidos en diferentes individuos de poblaciones de Bizkaia, en los que observaron diferencias significativas con trabajos zoométricos previos, atribuidas, quizás, al bajo número de individuos que fueron utilizados en dichos trabajos previos.

En cuanto a los trabajos abordados por la Universidad Complutense de Madrid, destacarían los iniciados por Checa *et al.*, en 1998, completados en el 2000 por Cañón *et al.* y en 2001 por García *et al.*, y que se concretaron en la Tesis Doctoral de Checa en el 2004, y en donde utilizando un total de 13 marcadores microsatélites analizaron caballos de las razas Pottoka, Jaca Navarra, Losino, Asturcón, Caballo Galego (denominados ponis atlánticos) y Mallorquín y Menorquín (como ponis baleares), utilizando como grupo de referencia el Pura Sangre Inglés. Éstos concluyeron, que si bien la separación entre los troncos balear y atlántico resultaba evidente, existían demasiadas similitudes entre todas las razas de ponis atlánticos, a excepción del Asturcón que parecía reflejar una diferenciación mayor respecto de las otras. Más aún, según resultados preliminares de García *et al.* (2001) los datos genéticos indicarían que la menor pérdida de diversidad genética respecto del conjunto de razas de ponis atlánticos y baleares sería la provocada por la pérdida de las poblaciones de Caballo Galego y Pottoka.

Cabe también subrayar los trabajos realizados desde la Universidad de Córdoba. Primeramente destacaríamos el análisis morfológico respecto al color de capa de diferentes razas autóctonas españolas relacionándolo con su genotipo asociado llevado a cabo por García-Martínez *et al.* (1998). En este trabajo se presentaba a la raza Pottoka como una raza autóctona de la Península Ibérica cuya coloración original debería ser la negra o castaña, a pesar de que un grupo amplio de individuos seleccionados presentaban capas alazanas y pías. Desde el mismo grupo de trabajo se han llevado a cabo diversos estudios, en donde la raza Pottoka, sin ser objeto directo del estudio, ha sido analizada. En este sentido, destaca la Tesis Doctoral de Martínez-Saiz presentada en el 2000 al respecto de la variabilidad genética de la raza equina autóctona Losina, y en donde se presentó un fenograma realizado a partir de los resultados obtenidos para 8 caracteres morfológicos en diferentes razas autóctonas peninsulares, y con el que se concluyó la similitud manifiesta entre todas las razas del norte peninsular, siendo especialmente importante el parecido encontrado entre la población de caballos Losinos del núcleo de Quincoces y la población de caballo Asturcón analizada, y la similitud entre el caballo Galego y el Garrano portugués, mientras que la raza Pottoka se encontraría más alejada del resto de poblaciones analizadas. Más recientemente, y desde este mismo grupo de investigación, se han presentado dos trabajos en donde se analizó, a efectos comparativos, la raza Pottoka entre otras, respecto a otra raza equina objeto principal de sus estudios. En este caso, Vega-Pla *et al.* (2006) analizó la raza equina conocida como Caballo de Retuertas respecto a otras peninsulares para un total de 22 marcadores de ADN microsatélite, con motivo de destacar su diferenciación genética y 'primitivismo'. En este trabajo, nuevamente concluyeron en la similitud existente entre las razas Asturcón, Losina y Pottoka, siendo en este caso más relevante la encontrada entre las poblaciones analizadas de caballos Losinos y Pottokas. Al año siguiente, 2007, Plante en colaboración con Vega-Pla entre otros, presentaron un estudio basado en el análisis de 12 marcadores microsatélite en la raza equina canadiense denominada como Sable Island Horse en comparación con los resultados encontrados en otras 15 razas equinas comunes canadienses

más 5 razas equinas peninsulares, entre ellas Pottoka, con motivo de observar la posible ascendencia de su raza a estudio respecto a caballos autóctonos peninsulares, basándose en la creencia popular de que caballos españoles llegaron hace siglos a dichas costas. Finalmente esta supuesta relación no pudo ser confirmada, mientras que respecto a lo que a nosotros nos ocupa, cabría destacar la elevada diversidad genética encontrada en las poblaciones de Asturcón y Pottoka utilizadas, así como el elevado parecido genético encontrado entre las razas Pottoka y Paso Fino Peruano analizadas.

Más recientemente, y desde un grupo de trabajo del SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agrario de Asturias) Royo *et al.*, (2005) realizó un trabajo de caracterización genética de razas equinas ibéricas utilizando secuencias de ADN mitocondrial para posteriormente compararlas con la raza norteafricana Caballo de Berbería y con la raza inglesa Exmoore. El análisis resultó en una diferenciación entre los denominados ponis celtas (Galego, Asturcón y Pottoka) y el resto de caballos ibéricos analizados, si bien propuso que el origen materno de todas las razas ibéricas era común y probablemente norteafricano. Los resultados obtenidos también apuntaron el hecho de que los ponis de la Cornisa Cantábrica no parecían tener una estrecha relación genética por vía materna con la raza Exmoore, poniendo en duda la tan aceptada sustitución de las poblaciones equinas autóctonas por las traídas por los Celtas, y en definitiva, el tan establecido origen celta de los ponis del norte peninsular; si acaso, la similitud genética actual existente entre ambos tipos de ponis pudiera deberse a una introgresión de machos británicos en tiempos cercanos. Al año siguiente, 2006, Luís *et al.*, utilizando los datos de secuencias de ADN mitocondrial aportados por Royo *et al.* (2005) llevó a cabo un estudio para tratar de corroborar genéticamente el origen ibérico de las razas equinas americanas. En lo que a nosotros compete, lo más destacable es el hecho de que las secuencias de ADN mitocondrial utilizadas para la raza Pottoka fueron las que mayor singularidad presentaron del global de razas estudiadas. Posteriormente, en el año 2007, nuevamente Royo *et al.* publicaron un trabajo exclusivo



para la raza Asturcón, en donde utilizando 15 marcadores microsatélite, así como, la información genealógica recogida, llevaron a cabo un análisis exhaustivo de las diferentes poblaciones actuales de la raza Asturcón. Este estudio nos parece destacable puesto que, de alguna forma, se podría asemejar al trabajo que hasta ahora hemos realizado con el total de poblaciones que actualmente conformarían la raza Pottoka y que más adelante desarrollamos.

Finalmente, y desde un grupo de investigación perteneciente a la Universidad Complutense de Madrid, nos encontramos con el trabajo de Pérez-Gutiérrez *et al.* (2008) en el que se describe el análisis basado en secuencias de ADN mitocondrial y en 13 marcadores microsatélite que han realizado para la raza equina Hispano-Bretona en comparación con otras razas equinas como Asturcón, Losino y Pottoka, siendo los datos genéticos aportados para estas últimas razas derivados de la bibliografía, entre otros los obtenidos por Royo *et al.* (2005). En este trabajo se concluyó que el Hispano-Bretón se hallaría emparentado con estas razas de caballos del norte peninsular, principalmente por el cruce producido durante la primera mitad del siglo XX entre sementales Bretones y yeguas de raza Asturcón preferentemente, aunque sin descartar que también fueran utilizadas yeguas Losinas y Pottokas.

#### 4.- Caracterización genética de la raza equina Pottoka.

Una vez realizada la enumeración detallada de todos los estudios que hasta la actualidad podemos encontrarnos en el ámbito de la genética para la raza equina Pottoka, procederemos a la descripción abreviada de los trabajos realizados desde el año 2000 hasta la actualidad por nuestro grupo de investigación “Aldakortasunaren Analisi Genomikoaren Taldea / Grupo de Análisis Genómico de la Variabilidad” del Departamento de Genética, Antropología Física y Fisiología Animal de la Universidad del País Vasco, y que, a efectos bibliográficos, figurarían parcialmente recogidos en las comunicaciones presentadas a Congresos Nacionales e Internacionales (Iriondo *et al.*, 2002; Solís *et al.*, 2000(2), 2001 y 2003), así como en el artículo de Solís *et al.* (2005) y en la Tesis Doctoral de A. Solís del mismo año.

Los estudios genético-poblacionales basados en marcadores genéticos o del ADN que hemos venido realizando durante los últimos años han pretendido (1) aportar información útil para establecer correctas estrategias de conservación y manejo de los animales; (2) caracterizar las relaciones filogenéticas existentes entre la raza Pottoka y otras razas teóricamente afines, y (3) conocer la historia evolutiva de la raza.

Enumeraremos brevemente los diferentes trabajos realizados junto a las conclusiones de ellos derivadas, aglutinando todos aquellos trabajos que hayan sido realizados desde el año 2000 cuando fueron recibidas las primeras muestras de Pottoka.

## 1. **Caracterización genética de la raza Pottoka** mediante el uso de marcadores genéticos nucleares (17 marcadores de tipo microsatélite, y SNPs asociados a color de capa alazana) y mitocondriales:

1.1. **Estructura poblacional según distribución geográfica.** Inicialmente se consideran como poblaciones independientes las correspondientes a las tres provincias: Araba, Bizkaia, y Gipuzkoa. Los resultados obtenidos, a falta de incluir los relativos a las últimas muestras recibidas de Pottoka alavés, indicarían una variabilidad genética elevada en la población global, tal y como otros apuntaron previamente (Plante *et al.*, 2007; etc.), resultado de interés para llevar a cabo programas de conservación. Además, se observa una diferenciación genética significativa entre las poblaciones atendiendo a su lugar de origen (provincias). En todas las subpoblaciones geográficas consideradas se evidencia un exceso significativo de homocigotos que de principio parece estar asociado a problemas de consanguinidad, pero dado que (1) se han utilizado el total de individuos por lo que se comparan datos de animales emparentados, y (2) las poblaciones geográficas según provincias pueden hallarse a su vez compuestas por grupos o manadas con flujo genético limitado entre ellos, la conclusión definitiva de esa posible consanguinidad debe postergarse hasta que puedan ser analizados en profundidad estos dos aspectos anteriormente citados. No en vano, Pascual *et al.* (1998) y Arruga *et al.* (2001) ya observaron excesos significativos de homocigotos para marcadores bioquímicos en la población de Pottokas de Bizkaia no atribuibles a consanguinidad dentro de la población general sino al hecho de tratarse de una población subestructurada en subpoblaciones diferentes, lo que en el ámbito de la Genética de Poblaciones se conoce como Efecto Whalund.

1.2. **Estructura poblacional según fenotipos.** A este respecto, inicialmente se consideran los grupos fenotípicos que establece el estándar racial: secciones Pottoka y Pottoka

Pinto. Los resultados obtenidos revelarían la inexistencia de diferenciación genética significativa entre las poblaciones de Pottokas y Pottokas Pintos dentro de una misma región geográfica o provincia, es decir, concretando se podría decir que los pottokas guipuzcoanos son más similares entre sí, sean negros/castaños oscuros o píos, que las poblaciones de pottokas negros/castaños oscuros de Gipuzkoa y Bizkaia. Se trataría por tanto de un estudio inédito puesto que hasta la fecha actual no nos consta que se hayan realizado análisis considerando diferentes subpoblaciones de Pottoka en función de diferencias fenotípicas por parte de grupos ajenos al nuestro.

1.3. **Estructura poblacional generacional.** A este respecto nos encontramos trabajando con la información parcial hasta ahora recibida sobre el año de nacimiento de los animales. A pesar de ello se están realizando análisis que aglutinan a los animales por año o grupos de año de nacimiento, de forma que se está tratando de analizar la estructura poblacional, lo cual facilitará un análisis en profundidad que prevemos será finalizado en breve. A modo comparativo, podríamos decir que este estudio presentaría similitudes importantes con el presentado en 2007 por Royo *et al.* para la raza Asturcón.

1.4. **Caracterización genética de la raza Pottoka respecto del resto de razas autóctonas del País Vasco y Navarra.** Análisis comparativo de la/s población/es de raza Pottoka recogidas recientemente con las estudiadas durante el periodo 2000/2005: Pottoka, Euskal Herriko Mendiko Zaldia, Jaca Navarra y Burguete, todas ellas autóctonas del País Vasco y Navarra. Como era de esperar los resultados reflejan una similitud entre las respectivas subpoblaciones de Pottoka anteriormente analizadas y sus respectivas subpoblaciones actuales. Nuevamente constatamos una elevada diversidad genética intrarracial de las cuatro razas autóctonas tanto para los marcadores nucleares como para los de ADN mitocondrial. En especial,

subrayaríamos la variabilidad genética intrarracial de los Pottokas, motivada, quizás, por su sistema de gestión y manejo, en el que pequeñas manadas lideradas por un semental dominante habitan en estado asilvestrado regiones montañosas de difícil orografía sin apenas existencia de flujo génico entre ellas, y por una menor influencia de material genético foráneo en comparación con las otras tres razas, donde el uso de sementales de razas europeas pesadas estuvo más extendido, lo que a la larga las ha dotado de una mayor homogeneidad genética respecto al Pottoka. Respecto a la similitud genética entre razas, se ha observado un mayor parecido genético entre Pottoka y Jaca Navarra por un lado, y Euskal Herriko Mendiko Zaldia y Burguete por otro. Resultado concordante con su tipo morfológico, dado que las dos primeras se corresponden con caballos ligeros tipo pony, mientras que las segundas se engloban en los denominados caballos pesados. Así, la similitud genética encontrada en el primer caso es debida probablemente a que se trata de razas con origen común, y en el segundo, a que los cruzamientos con animales foráneos que dieron lugar a estas razas de mayor volumen fueron realizados a partir de sementales de razas idénticas o cercanas genéticamente.

### 1.5. **Estudio filogenético de la raza Pottoka respecto a:**

1.5.1. **Razas equinas de la cornisa cantábrica** (Jaca Navarra, Losino, Asturcón y Galego), teóricamente consideradas descendientes de un tronco celta, común a la raza Pottoka. Los resultados obtenidos muestran nuevamente una similitud genética entre Pottoka y Jaca Navarra, diferenciándose de las otras tres razas equinas de la cornisa cantábrica. Esto no implicaría la no pertenencia de nuestras razas, y en particular de Pottoka, en el denominado tronco celta, pero sí es de destacar la divergencia genética encontrada. Este resultado difiere ligeramente de los hasta ahora presentados, dado que sitúa a las dos razas de ponis del País Vasco y Navarra con un mayor parecido genético entre ambas

que cualquiera de las dos respecto del resto de ponis de la Cornisa Cantábrica. Esta conclusión, lógicamente, debe ser tomada con cautela, dado que por una parte existe una complejidad inherente al hecho de comparar resultados obtenidos por diferentes grupos de trabajo, y por otra, a la posible diferencia existente entre las poblaciones de Pottokas analizadas en cada estudio.

1.5.2. **Razas de ponis europeos considerados dentro del tronco celta.** Se han observado diferencias genéticas entre el grupo de ponis de la Cornisa Cantábrica, incluyendo a Pottoka y Jaca Navarra, y el resto de ponis celtas europeos, si bien el que mayor singularidad presentaría es Exmoore. De esta forma, se podría concluir que el supuesto parecido genético entre las razas peninsulares tradicionalmente adscritas al tronco celta, y ciertas razas europeas consideradas de dicho tronco no sería tan importante, debido quizás a que la introgresión de material genético procedente de caballos celtas no fue tan relevante como se creía, tal y como apuntaron Royo *et al.* en 2005.

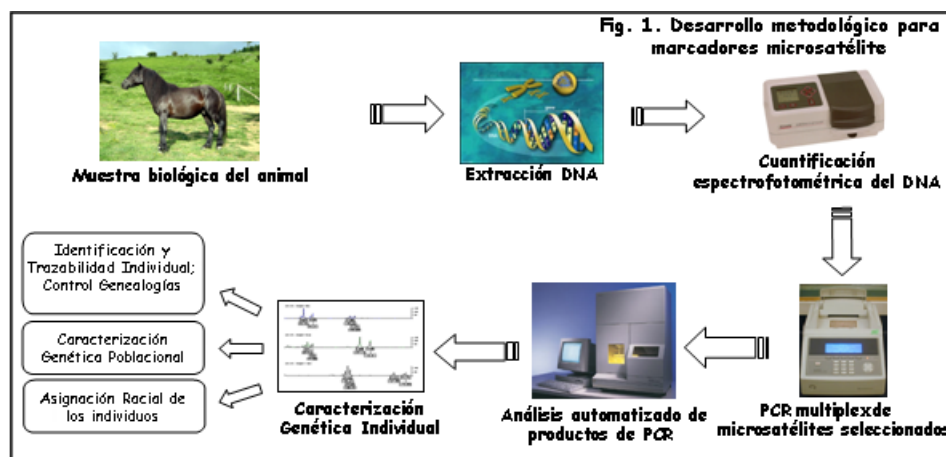


Fig. 1. Esquema representativo del trabajo realizado con 17 marcadores genéticos microsatélite para la consecución de la caracterización genética de la raza equina Pottoka, así como para la identificación y trazabilidad individuales, el control genealógico y la asignación racial de los animales.

## 2. Análisis de 'antigüedad' de la raza Pottoka.

En este caso se han obtenido determinadas secuencias de ADN mitocondrial características de las cuatro razas autóctonas, incluyendo a Pottoka, de forma que (1) se vería apoyada la hipótesis de un antiguo origen de las líneas maternas en la especie equina, y (2) también se corroboraría la hipótesis de múltiples procesos de domesticación en áreas geográficas distintas a lo largo de un amplio lapso de tiempo (Solís, 2005, Tesis Doctoral). Actualmente ambas hipótesis cobran fuerza, y parecen ser el punto de partida para el esclarecimiento de la historia del caballo doméstico en Europa.

Estas secuencias características de nuestras razas, y por tanto, de Pottoka, evidencian una singularidad destacable de estas razas, puesta ya de manifiesto por Luís *et al.* (2006) al trabajar con las secuencias obtenidas para animales de raza Pottoka por Royo *et al.* (2005). Estas secuencias específicas nos resultan alentadoras para tratar de dilucidar el origen de la raza Pottoka en concreto, y del resto de razas autóctonas en sentido amplio, puesto que si fueran detectadas en las muestras de restos óseos paleolíticos existentes, revelarían un origen de nuestros caballos anterior al establecido, sin perjuicio de una posible introgresión posterior de material genético de procedencia celta.

3. *Identificación Individual, Control Genealógico y Asignación Racial.* Se ha tratado de obtener la huella genética de cada animal para un conjunto óptimo de marcadores genéticos de tipo microsatélite, de forma que pueda ser incluida entre los datos que recoja el Libro Genealógico de la raza, y utilizada en la verificación de las relaciones de parentesco, en la trazabilidad del animal y sus productos derivados, y, finalmente, en una correcta asignación racial de animales de origen incierto.
4. *Análisis de distribución poblacional de alelos diagnósticos para la capa de color "alazán".* Mediante el uso de marcadores genéticos SNPs y utilizando como metodología de detección la técnica SNaPshot®, se ha analizado la presencia de alelos diagnósticos para

capa alazana ( $e$  y  $e^a$ ) en la población, de forma, que con el total de animales analizados hasta la fecha, el porcentaje de individuos portadores se situaría en torno al 45%. Este elevado porcentaje inicial se verá probablemente disminuido cuando el total de individuos sea analizado. De todas formas, el conocimiento de este tipo de información permitirá una gestión adecuada de los apareamientos futuros resultando evidentemente en una disminución importante de dicho porcentaje.

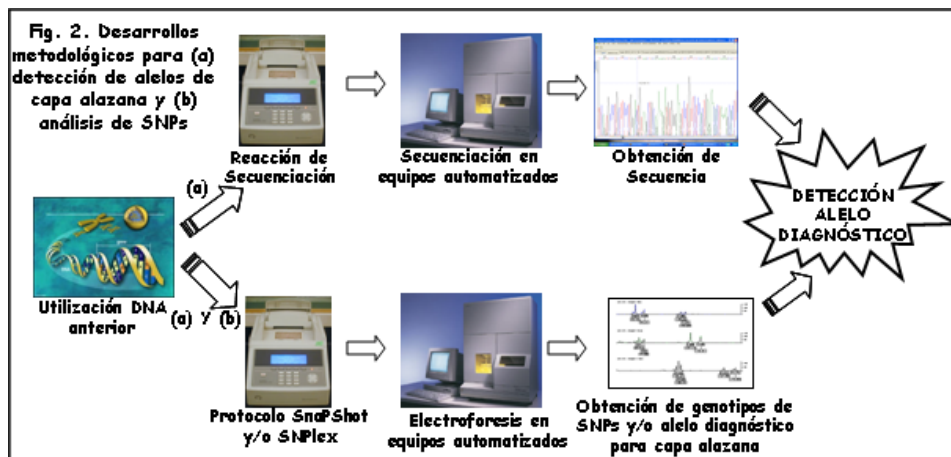


Fig. 2. Esquema representativo del trabajo realizado con marcadores genéticos SNPs mediante metodología SNaPshot<sup>®</sup> y secuenciación para la detección de las variantes génicas responsables del color de capa alazana en la raza Pottoka.

Finalmente, y a efectos de recapitulación, diremos que el global de trabajos realizados, así como los venideros que completarán el proyecto general de caracterización de la raza equina Pottoka mediante marcadores genéticos, representa un exhaustivo trabajo de investigación, no sólo desde el punto de vista del conjunto de técnicas moleculares aplicadas, sino también desde la perspectiva de que está siendo analizada la población completa de animales de raza Pottoka, lo cual hasta ahora no había sido abordado. De esta forma, podríamos concluir que, a día de hoy, los trabajos hasta ahora realizados en la raza Pottoka por parte de grupos de investigación ajenos al nuestro resultarían difícilmente



equiparables a los aquí desarrollados. Más aún si consideramos que muchos de los objetivos propuestos se encuentran pendientes de finalización.

A efectos comparativos respecto a otras razas equinas similares, como podrían ser el resto de caballos autóctonos del norte peninsular, nos encontraríamos en una situación, desde el punto de vista científico-técnico, que podríamos catalogar como relativamente óptima, sin desmerecer, por supuesto, los trabajos que hasta ahora se hayan podido realizar, o se estén realizando en el resto de razas equinas, que a la postre, y de forma conjunta a nuestros resultados podrán aportar información de utilidad al respecto del origen de las razas equinas del norte peninsular en particular, y del caballo doméstico en general.

## 5.- Bibliografía.

Álvarez. J. 1995. Morfología y caracteres raciales en Asturcones. Ed. Caja de Asturias. Oviedo.

Armendáriz, A. 1994. Prolegómenos para la estandarización de la raza Pottoka. CIMA. Gobierno Vasco.

Arruga, M.V., Intxausti J.I., Monteagudo L.V., Pascual I. y Tejedor M.T. 2001. "Análisis electroforético de cuatro loci de proteínas séricas en diversas poblaciones del pony vasco-pottoka". Archivos de zootecnia, vol 50, núm 189-190, p. 8.

Association Nationale du Pottok. 1970. Reglamente du Stud-Book du Poney Pottok. Ministère de L'Agriculture, de la Peche et de L'Alimentation. Francia.

Bonnet, J.B. 1975. Le Pottok. Poney du Pays Basque. Tesis Doctoral. Ecole Nationale Veterinaire de Toulouse. Universidad de Toulouse.

B.O.P.V. 1995. Orden 3192. Estándar Racial de la raza Pottoka.

Cañón, J., Checa, M.L., Carleos, C., Vega-Pla J.L., Vallejo, M. y Dunner, S. 2000. "The genetic structure of Spanish Celtic Horse breeds inferred from microsatellite data". Animal Genetics, 2000, 31, 39-48

Carreras, J. 1983. El Pottoka. Tesis doctoral. Gobierno Vasco.

Checa, M.L., Vega J.L., García-Atance M.A., Vallejo M. y Dunner S. 1998. "Distribución de la variabilidad genética en poblaciones de ponis españoles: resultados preliminares". Archivos de zootecnia vol. 47, núm. 178-179, p. 170.

Checa, M.L. 2004. "Análisis de la variabilidad genética en razas equinas autóctonas españolas detectada mediante microsatélites". Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Delgado, J.V., Barba, C., Camacho, M.E., Sereno, F.T.P.S., Martínez, A. & Vega-Pla, J.L. 2001. Caracterización de los animales domésticos en España. *Animal Genetics Resource Information*, 29: 7-18.

Diputación Foral de Bizkaia. 1997. Pottoka, el pony del País Vasco. Diputación Foral de Bizkaia.

Ferreras, G. 1935. El caballo vasco. Su origen y relaciones con el caballo oriental y occidental en Ganadería vasca. Vol. I pp 51-199. Zootecnia. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao.

García, D., Checa, M.L., García-Atance, P., Dunner, S., Cañón, J. 2001. Medidas de diversidad genética en poblaciones de caballos celtas españoles. Resultados Preliminares. Comunicación a Congreso.

García Dory, M.A. S. Martínez y F. Orozco. 1990. Guía de campo de las razas autóctonas de España. Alianza Editorial Madrid.

García Martínez, A., Valera Córdoba, M., Molina Alcalá, A y Rodero Franganillo, A. 1998. *Arch. Zootec.* 47: 247-253. 1998.

Intxausti, J.I. 1996. Plan de recuperación del Poni Vasco-Pottoka. Documento interno de la Diputación Foral de Bizkaia.

Iriondo, M., Jugo, B., Rendo, F., Solis, A., Mazón, L.I. y Estonba, A. 2002. "Analysis of genetic diversity of indigenous cattle, horse, and sheep breeds from the Basque Country". Comunicación. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Comunicación nº 26-44 del Proceedings Book. Montpellier (Francia).

Jefatura de Cría Caballar de Álava. 1987. Pottoka. Informe. Diputación Foral de Bizkaia.

Jordana, J., Parés, P.M., Sánchez A. 1995. Analysis in genetics relationships in horse breeds. *Journal of Equine Veterinary Science*. Volume 15, Number 7, 1995.

Jordana, J. y Parés, P.M. 1999. "Relaciones genéticas entre razas ibéricas de caballos utilizando caracteres morfológicos (prototipos raciales)". *Animal Genetic Resources Information*, No. 26.

Le Grand, S. 1995. Censo de una población equina en su cuna de origen: El Pottok del País Vasco. Informe. Ecole de Biologie de les Organismes et les Populations. La Val.

Luís, C., Bastos-Silveira, C., Cothran, E.G. and Oom, M.M. 2006. Iberian origins of New World horse breeds. *Journal of Heredity*, 2006:97(2):107-113.

Maguregui, B., Albizua, J.J. y Gómez, M. 1992. Estudio de las características zoométricas y fanerópticas del pony vasco (Pottoka). Feria Internacional Ganadera del Quinto Centenario. Libro de comunicaciones, sección equino. Zafra.

Martínez Saiz, J. M. 2000. Estudio de la variabilidad genética de la raza autóctona equina. El caballo Losino. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.

Massaguer, P. 1995. Las razas de ponis. Ediciones El Caballo SA. Barcelona.

Massaguer, P. 1996. El Pottoka una raza española de origen milenario. *El caballo*, 155: 58-62.

Pascual, I. e Intxausti, J.I. 1998. "Estudio zoométrico en la raza pony vasco-pottoka". *Archivos de zootecnia* vol. 47, núm. 178-179, p. 538.

Pascual, I., Tejedor, T., Monteagudo, L.V., Intxausti, J.I. y Arruga, M.V. 1998. "Análisis genéticos en la raza pony vasco-pottoka. Resultados preliminares". *Archivos de zootecnia* vol. 47, núm. 178-179, p. 182.

Pérez-Gutiérrez, L.M., De la Peña, A. and Arana, P. 2008. Genetic analysis of the Hispano-Breton heavy horse. *Animal Genetics*, 39, 506-514.

Plante, Y., Vega-Pla, J.L., Lucas, Z., Colling, D., March, B. and Buchanan, F. 2007. Genetic diversity in a feral horse population from Sable Island, Canada. *Journal of Heredity*, 2007:98(6):594-602.

Royo, L.J., Álvarez, I., Beja-Pereira, A., Molina, A., Fernández, I., Jordana, J., Gómez, E., Gutiérrez, J.P. y Goyache, F. 2005. "The Origins of Iberian Horses Assessed via Mitochondrial DNA". *Journal of Heredity* 2005:96(6):663–669.

Royo, L.J., Álvarez, I., Fernández, I., Gutiérrez, J.P. y Goyache, F. 2007. Genetic variability in the endangered Asturcón pony assessed using genealogical and molecular information. *Livestock Science* 107 (2007) 162–169.

Solís, A., Jugo, B., Rendo, F. y Estonba, A. 2000. "Genetic diversity and genetic distances in threatened horse breeds from Western Pyrenees by Microsatellites". Comunicación. 27th International Conference on Animal Genetics (ISAG 00): "Animal Genomics: synthesis of past, present and future directions. *Animal Genetics (Proceedings 2000)*. Univ. of Minnesota (USA).

Solís, A., Jugo, B., Rendo, F. y Estonba, A. 2000. "Variación genética basada en el análisis de microsatélites en cuatro razas equinas del Pirineo Occidental". Comunicación. 1ª Reuniao da Sociedade Portuguesa de Recursos Genéticos Animais; II Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais. Libro Resumen de Comunicaciones. Estação Zootécnica Nacional Vale de Santarém.

Solís, A., Jugo, B. y Estonba A. 2001. "Control de paternidades y potencial de asignación racial mediante la utilización de microsatélites en 4 razas equinas del Pirineo Occidental". Comunicación. Congreso de la Sociedad Española de Genética (SEG). Libro de resúmenes del Congreso. Sevilla

Solís, A., Jugo, B. y Estonba A. 2003. "Diversidad del DNA mitocondrial en 4 razas equinas autóctonas de la Comunidad Autónoma del País Vasco y Navarra". Comunicación. Congreso de la Sociedad Española de Genética (SEG). Libro de resúmenes del Congreso. San Lorenzo del Escorial (Madrid).

Solis A, Jugo BM, Meriaux JC, Iriondo M, Mazon LI, Aguirre AI, Vicario A, Estomba A.; 2005. Genetic diversity within and among four South European native horse breeds based on microsatellite DNA analysis: implications for conservation;; *J Hered.* 2005 Nov-Dec;96(6):670-8. Epub 2005 Nov 2"

Solís, A. 2005. "Markari molekularren bidezko Euskal Autonomi Erkidegoko eta Nafarroako bertako lau zaldi-arrazen karakterizazio genetikoa". Tesis doctoral. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.

Sotillo, J.L. y V. Serrano. Producción animal. Etnología zootécnica. Vol I. Editorial Tebas Flores, Madrid.

Tragsega. 2003. Estudio y caracterización del sector equino en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Vega, J.L., Molina, A., Valera, M. & Rodríguez-Gallardo, P.P. 1997. Conservation of an equine feral breed: the Asturcón Pony. *Animal Genetic Resources Information*, 22: 29-42. 1997

Vega-Pla, J.L., Calderón, J., Rodríguez-Gallardo, P.P., Martínez, A.M. and Rico, C. 2006. Saving feral horse populations: does it really matter? A case study of wild horses from Doñana National Park in southern Spain. *Animal Genetics*, 37, 571-578.