

V98-0-P-011

2168 c.1

***PROYECTO DE RECUPERACION, CONSERVACION Y
MULTIPLICACION DE LA RAZA CABALLAR CHILOTA***

ELABORADO POR EL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - CHILOE
PARA SER PRESENTADO A LA
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA (FIA) DEL
MINISTERIO DE AGRICULTURA

V98-0-7-011

***PROYECTO DE RECUPERACION, CONSERVACION Y
MULTIPLICACION DE LA RAZA CABALLAR CHILOTA***

ELABORADO POR EL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - CHILOE
PARA SER PRESENTADO A LA
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA (FIA) DEL
MINISTERIO DE AGRICULTURA

CONSERVACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DEL CABALLO CHILOTE ¹

Conservation and genetic characterization of the chilote horses

Fernando Mujica, Ing.Agr. Dr.Sc.Agr. ^{2/}

Víctor Obreque, Bioquímico, M.S. ^{3/}

Patricio Hinrichsen, Bioquímico, PhD ^{3/}

Gus Cothran, B.S. Biology, PhD ^{4/}

2/ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Remehue, Casilla 24-0, Osorno

3/ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Platina, Casilla 439/3, Santiago

4/ Universidad de Kentucky, University of Kentucky, Department of Veterinary Science
101 Animal Pathology Building, Lexington, KY 40546-0076

ABSTRACT

Fifteen stallions and fifteen mares were bought at the Chiloe archipelago as representatives of the Fino Chilote breed, considered as a typical criollo genotype as they are offsprings of the horses brought by the Spaniard conquerors. These animals and their offsprings were evaluated at Butalcura Experimental Center (INIA), located in Chiloe island. The characterization of these animals, in Butalcura as well as in cooperating farms, was done by registering body measurements and color characteristics, complemented with genetic markers and studies of genetic diversity in a population of 127 animals. As an additional activity, a program aiming at the conservation of the breed was implemented among local farmers; finally, a series of rules were developed to guarantee the genetic purity of registered horses. Studies comparing the Fino Chilote breed with other breeds indicate that horses from Chiloé are grouped in the same cluster as the Garrano Horse from the Iberian Peninsula and that there is a clear genetic difference between Fino Chilote horses and the Chilean Horse (Criollo Chileno). Other studies show in general that it has a fairly homogeneous population, although it does not present high inbreeding. However, genetically it does not present such a high degree of homogeneity as would be expected considering its geographic isolation. It is possible that the introduction of genotypes of other horse breeds has created this phenomenon. One should also remember that these animals are not found in a single population, but belong to different breeders, who probably use a different breeding system.

Key words: Criollo horses; conservation; characterization; genetic markers; Chiloé.

¹ Recepción de originales:

Investigación financiada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

INTRODUCCIÓN

El Caballo Chilote es uno de los pocos animales auténticamente “Criollo”, de Chile, descendiente presumiblemente de caballos traídos por los conquistadores españoles en los siglos XVI y XVII y que se han conservado geográficamente aislados en el archipiélago de Chiloé, con un muy bajo o casi nulo cruce con otras razas.

El Archipiélago de Chiloé está ubicado al sur de Chile en la latitud 41°48' - 43°42' sur y longitud 74°23' – 72°56' oeste. Corresponde a un clima templado, lluvioso, donde la corriente de Humboldt, que pasa cerca de sus costas, condiciona temperaturas más frías, de lo que corresponde a su latitud, especialmente en el invierno. La condición insular del archipiélago probablemente influyó en la conservación de este genotipo caballar chilote, en forma más o menos “pura”, y sin lugar a duda, fueron determinantes para su subsistencia. Las cualidades de esta raza de caballo son: su rusticidad ante las adversas condiciones climáticas locales; su mansedumbre; y, a pesar de su exiguo tamaño, lo que implicaba menores costos de manutención, su fuerza y resistencia para soportar cargas.

Con el advenimiento de la “globalización”, la tendencia general ha sido la extinción de muchos genotipos criollos, por el proceso de cruzamientos masivos con razas “exóticas”, más de moda o de mayor productividad. Con esto han desaparecido en Chile casi la totalidad de estos valiosos genotipos, junto con sus grandes cualidades.

El Caballo Chilote no ha sido una excepción; sin embargo, debido a las condiciones de su hábitat y a sus cualidades, ya señaladas, este proceso de disminución de la población no fue de igual magnitud, comparado con otros genotipos. En todo caso, debido a un decrecimiento sostenido paulatino, cada día se hacía más indispensable un programa de recuperación, conservación y caracterización de esta raza.

En la caracterización de la raza, se pueden considerar: características cuantitativas, como alzada, largo del cuerpo, peso adulto y cualitativas como color de la capa, crines, forma de la cabeza. Sin embargo, en la actualidad adquiere cada vez más importancia la caracterización de genotipos con el uso de marcadores moleculares. Entre éstos destacan los Microsatélites o Secuencias Simples Repetidas (SSR).

Estos últimos presentan una variada gama de ventajas frente a los marcadores de tipo morfológico. Ejemplo de ello es su independencia a influencias del medio en su determinación, dado que los análisis de microsatélites se realizan mediante una técnica molecular (PCR), cuyo sustrato es el mismo material genético (DNA). Además los microsatélites son altamente polimórficos, propiedad que los hace muy buenos marcadores para análisis de paternidad, construcción de registros genealógicos y análisis de genética de

población. Finalmente cabe destacar la simpleza y reproducibilidad de su ensayo, como una característica muy importante de estos marcadores, que los hace más prácticos comparados a otros análisis basados en DNA, tales como RFLP, RAPD o AFLP.

En el presente estudio se utilizaron tanto descriptores cuantitativos y cualitativos, como marcadores bioquímicos y de DNA, para iniciar un estudio tendiente a la conservación, caracterización y mejoramiento de la raza caballar Fino Chilote.

MATERIAL Y METODOS

Para contribuir al proceso de conservación de este recurso genético, el INIA adquirió en el Archipiélago de Chiloé 15 potros y 15 yeguas chilotes, de ascendencia desconocida, grupo de animales que se denominó Núcleo Fundador.

Registro Genealógico. Se incentivó a criadores particulares a adquirir y conservar ejemplares de esta raza, confeccionándose un Reglamento General de Registros Genealógicos de la Raza Caballar Fino Chilote. Para la inscripción en los registros, se consideró en primer lugar la identificación de los animales, lo que incluía edad (según dentadura), color, manchas y medidas hipométricas. Estas características establecen en definitiva su posibilidad de inscripción en los registros de la raza, como "finos por calificación", siempre y cuando el animal cumpla con los estándares establecidos de la raza, considerando las medidas hipométricas excluyentes y complementarias (Cuadro 1).

En cada animal inscrito se procedió a tomar fotografías y se extrajo de cada caballo muestras de sangre.

Análisis de diversidad genética usando marcadores moleculares. Para los análisis moleculares y genéticos, se obtuvo DNA a partir de una muestra de sangre periférica extraída de cada animal registrado (tamaño de la muestra = 127 animales). Las metodologías usadas para este fin fueron descritas por Gassen y Schrimpf (1999). Los análisis de marcadores genéticos fueron realizados utilizando el "set" de marcadores de microsatélites Stockmark (Perkin Elmer), que comprende 12 loci denominados VHL20, HTG4, AHT4, HMS7, HTG6, AHT5, HMS6, ASB2, HTG10, HTG7, HMS3 y HMS2.

El cálculo de las frecuencias génicas absolutas y relativas se realiza según la metodología de Anderson (1985). La heterocigosidad se calculó según Nei (1978), el Índice de endogamia, Fis (W&C) se calculó según Weir y Cockerham (1984) y el Índice de endogamia, Fis (R&H) según Robertson y Hill (1984). El análisis fue realizado utilizando el programa Genepop (Raymond y Rousset (1995).

inicialmente fue realizado en el marco de un proyecto

RESULTADOS Y DISCUSION

En la actualidad (fines de 2001) se han inscrito 46 criaderos ubicados en todo el país (incluyendo el del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA), de los cuales, 16 están ubicados en el archipiélago de Chiloé. El total de caballos inscritos finos por calificación asciende a 202, de los cuales no se conocen sus progenitores; y sobre 80 finos por pedigrí.

Valores Hipométricos. Los valores medios de las principales medidas hipométricas se indican en el Cuadro 2. Destaca la poca diferencia que existe entre los sexos, existiendo una tendencia de los potros a tener una menor alzada y longitud que las yeguas.

El promedio de peso corporal del animal adulto, medido en el Núcleo Fundador, es también inferior en los potros (218 kg. \pm 31 kg.), comparado con el de las yeguas paridas (247 kg. \pm 32 kg.) y sobretodo comparado con las yeguas preñadas (270 kg. \pm 34 kg.), condicionado en parte, en este último caso por efecto del feto. El mayor peso de las hembras en este tipo de animal, expuesto a condiciones ambientales frías y lluviosas, podría ser el resultado de un proceso de adaptación fisiológica y de selección de las madres, responsables directas de la crianza de la descendencia, para conservar la especie.

Los pesos de los animales, debido a las diferentes estaciones, varían a lo largo del año, siendo en los potros y yeguas preñadas más o menos homogéneo; sin embargo, baja notoriamente en las yeguas paridas en los meses más duros de fines de otoño y principios de invierno, debido a la exigencia de la lactancia. El destete de los potrillos se realiza a los siete meses, a fines de otoño o principios de invierno.

Los potrillos, nacen con un peso promedio de 24 kg. los machos y 20 kg. las hembras, alcanzando ambos sexos a los 12 meses un peso promedio de 145 kg.; la alzada promedio a la misma edad es 107 cm y la longitud corporal promedio de 107 cm, habiendo muy poca diferencia entre machos y hembras.

Análisis genético. Se realizó un análisis de diversidad genética de la población bajo estudio recurriendo a un conjunto de marcadores de microsatélites usados con anterioridad para la caracterización de otras razas de caballos.

En primer lugar, se evaluó el nivel de polimorfismo de los marcadores en la población en estudio. Se determinó un promedio de 8,33 alelos por *locus*, indicando que los marcadores usados son polimórficos para esta población, considerando también que en cada caso la frecuencia del alelo predominante nunca fue mayor que 95%, de acuerdo a un análisis realizado con el programa estadístico Genpop. En el Cuadro 3 se muestran las frecuencias de los alelos de cada uno de los *loci* estudiados.

Posteriormente, se determinaron las frecuencias de los homocigotos y heterocigotos, tanto observados como esperados, indicadas en el Cuadro 4. Allí destacan tres *loci* (VHL20, HTG6 y HTG10), que presentan desviaciones de las frecuencias esperadas según la ley de Hardy-Weinberg, lo que se traduce en diferencias entre los homocigotos y heterocigotos observados *versus* esperados.

En los tres casos la diferencia consiste en un aumento de los homocigotos en desmedro de los heterocigotos, lo que puede ser interpretado de al menos cuatro formas: i) Estos *loci* se encuentran bajo selección; ii) presencia de alelos nulos, que lleva a la observación de un exceso de homocigotos; iii) presencia de sub-estructuras dentro de la población; y iv) que la endogamia sea un fenómeno común dentro de esta población equina. Los *loci* denotados con un asterisco (*) en el Cuadro 5 presentan una diferencia significativa entre los valores de heterocigocidad observada y esperada.

Los datos que se presentan sugieren que, si bien no existe un alto grado de endogamia dentro de la población, este fenómeno estaría comenzando a producirse, lo cual explicaría la ocurrencia de algunas frecuencias anómalas en los tres *loci* indicados más arriba, mientras que en el conjunto total de marcadores analizados esta desviación no es evidente. En un análisis tendiente a determinar directamente el grado de endogamia de la población analizada, utilizando el índice Fis (Wright) mediante el programa Genetix (Laboratoire Génome, Populations, Interactions, Universidad de Montpellier, Francia), se determinó un valor para todos los *loci* de Fis = 0,08192 (los valores de Fis van entre -1 y +1, ver Cuadro 5), valores que no se pueden considerar muy extremos.

En base a los 12 *loci* de microsatélites analizados se confeccionó un cladograma construido con índices de distancia basados en coeficientes de parentesco corregido (Dkf) (Figura 1), donde se observan algunos grupos que podrían corresponder a individuos relacionados por parentesco.

Considerando los valores de Fis (endogamia), junto con los otros datos obtenidos, se puede concluir que se está en presencia de una población que, en términos generales, es más heterogénea que lo que se podría haber presupuestado, con niveles de endogamia menores a lo esperado, considerando que es una población de animales aislada geográficamente. Posiblemente la introducción de genotipos de otras razas de caballo dentro de algunos grupos de caballos ha permitido la ocurrencia de este fenómeno, si bien esto no ha sucedido en forma masiva. Hay que recordar que estos animales no se encuentran en una población única, sino que pertenecen a distintos criadores, los cuales probablemente poseen un manejo diferente de sus crías. Esto refuerza la idea que dio origen a este proyecto

respecto de optimizar el manejo y conservación de los genotipos autóctonos chilenos a la vez que ilustra la conveniencia de complementar los análisis morfométricos con datos de diversidad molecular, con especial enfoque en este caso en los caballos chilotes.

Realizando un estudio de agrupamiento “clustering” entre diferentes razas de caballos de todo el mundo, e incluyendo en este estudio los caballos chilotes, en la Figura 2 se aprecia que éstos se estarían agrupando en el mismo “cluster” que el Caballo Garrano, animal original de la península Ibérica cuya influencia a las razas del nuevo mundo ha sido ampliamente demostrada. Sin embargo, en este análisis no se consideraron otros ponies españoles, tal como el Asturcón.

En la Figura 2, “Chilote99” se refiere a los 30 animales comprados por INIA y FIA, que conforman el “Núcleo Fundador”, en tanto “Chilote”, corresponde al resto de los animales analizados, propiedad de criadores privados. En esta figura cabe resaltar la clara diferencia genética que existe entre el Caballo Chilote y el Caballo Criollo Chileno. Estos resultados confirman los obtenidos por Cothran *et al.* (1993), en la misma población, pero con un menor número de caballos analizados. En página adicional se señalan con mayor claridad los nombres de las razas consideradas en este análisis.

RESUMEN

En el archipiélago de Chiloé se adquirieron 15 potros y 15 yeguas de caballos estimados representativos de la raza caballar Fino Chilote, la que es considerada como un genotipo típico criollo, por ser descendientes de los caballos que los conquistadores españoles trajeron a América, durante la Conquista. Estos animales y sus crías se evaluaron en el C.E. Butalcura del INIA. Junto con esto se tomaron medidas que garantizaran la conservación de esta raza, como incentivar a productores a manejar en sus predios estos animales; y se han establecido reglamentos que ayuden a garantizar la pureza de los animales inscritos. La caracterización de estos animales, tanto en Butalcura, como en predios de particulares, se realizó a través de medidas hipométricas y características de color; complementado con análisis de marcadores moleculares para complementar un sistema de registro y evaluar preliminarmente la diversidad genética de la población de animales estudiados.

Palabras Claves: caballar criollo, conservación, caracterización, marcadores moleculares, microsatélites

Agradecimientos:

Agradecemos al Dr. Marian do Mar Oom de la Universidad de Lisboa por proporcionarnos informaciones sobre el Caballo Garrano.

LITERATURA CITADA

- ANDERSSON, L. 1985. The estimation of the blood group gene frequencies: a note on the allocation method. *Anim. Blood Grps. Biochem. Genet.* 16:1-7.
- BARRERA, M. 1998. Parámetros morfológicos y tipificación de polimorfismos antigénicos eritrocitarios y bioquímicos como base del Stud Book de la raza Caballo Chilote. *Tesis Med.Vet.* Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 81p.
- COTHRAN, G. R. MANSILLA, J. OLTRA y M. ORTIZ. 1993. Análisis genético del caballo Chilote de la Isla de Chiloé-Chile. *Arch.Med.Vet.* 2:137-146.
- GASSEN, H.G. y G. SCHRIMPF. 1999. *Gentechnische Methoden. Eine Sammlung von Arbeitsanleitungen für das molekularbiologische Labor. Zweite Auflage. G. Fischer Verlag.* 432 p.
- NEI, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics* 89: 583-590.
- RAYMOND, M. Y F. ROUSSET. 1995. GENEPOP (versión 1.2): populations genetics software for exact tests and ecumenicism. *J.Heredity*, 86: 248-249.
- WEIER, BS y CC. COCKERHAM. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38: 1358-1370.

Cuadro 1. Medidas Hipométricas del Caballo Fino Chilote

Table 1. Body measurements of the Fino Chilote Horse

MEDIDAS EXCLUYENTES	RANGO IDEAL (cm)	MAXIMO (cm)
Alzada	113,0 – 121,0	125
Longitud Corporal	113,0 - 124,0	130
Perímetro Metacarpiano	13,5 - 15,5	16

MEDIDAS COMPLEMENTARIAS	RANGO (cm)	PROPORCIONES
Largo Cabeza	38 – 45	
Ancho Pecho	24 – 28	
Largo Pelvis	35 – 40	
Ancho Pelvis	30 – 37	
Alzada / Profundidad		Extremidades Largas
Alzada / Longitud		Formato Cuadrado

Cuadro 2. Valores Hipométricos de los Caballos Chilotes Inscritos (cm)

Table 2. Body measurements of registered horses (cm)

SEXO	NUMERO DE ANIMALES	ALZADA (Des. Est.)	LONGITUD (Des.Est.)	PERIMETRO METACARPIANO (Des.Est.)
Potro	48	118,1 (3,6)	120,0 (5,2)	14,5 (0,7)
Caballo	5	114,4 (8,4)	118,8 (2,2)	14,8 (0,4)
Yegua	149	119,9 (3,6)	123,5 (5,5)	14,5 (1,5)
TOTAL	202	119,4 (3,9)	122,6 (5,6)	14,5 (1,3)

Cuadro 3. Frecuencias alélicas porcentuales de los 12 *loci* de microsatélites usados en este estudio, analizados en una población de 127 muestras de Caballos Chilotes

Table 3. Allelic frequencies (as percentage) for 12 microsatellite loci, analyzed in a sample of 127 Chilote horses.

Loci	Alelos		Frecuencia
	(pb)	n	
VHL20	86	64	25,0
	88	1	0,4
	90	1	0,4
	92	36	14,1
	94	49	19,1
	96	28	10,9
	98	30	11,7
	100	5	2,0
	102	17	6,6
	104	25	9,8
Total		256	100,0
HTG4	127	15	5,9
	129	38	14,8
	131	111	43,4
	133	49	19,1
	135	20	7,8
	137	15	5,9
	139	8	3,1
Total		256	100,0
AHT4	145	1	0,4
	147	52	20,3
	149	17	6,6
	151	57	22,3
	153	34	13,3
	155	30	11,7
	157	9	3,5

	159	5	2,0
	161	50	19,5
	163	0	0,0
	165	1	0,4
<hr/>			
Total		256	100,0
<hr/>			
HMS7	173	25	9,8
	175	11	4,3
	177	108	42,5
	179	45	17,7
	181	13	5,1
	183	47	18,5
	185	0	0,0
	187	5	2,0
<hr/>			
Total		254	100,0
<hr/>			
HTG6	82	26	10,2
	84	5	2,0
	86	14	5,5
	88	63	24,6
	94	19	7,4
	96	1	0,4
	98	115	44,9
	100	13	5,1
<hr/>			
Total		256	100,0
<hr/>			
AHT5	130	39,0	15,2
	132	25,0	9,8
	134	3,0	1,2
	136	30,0	11,7
	138	127,0	49,6
	140	26,0	10,2
	144	4,0	1,6
	148	2,0	0,8
<hr/>			
Total		256,0	100
<hr/>			
HMS6	158	8,0	3,1
	160	27,0	10,5
	162	45,0	17,6
	164	7,0	2,7

	166	26,0	10,2
	168	139,0	54,3
	170	4,0	1,6
<hr/>			
Total		256,0	100
<hr/>			
ASB2	227	3,0	1,2
	239	2,0	0,8
	243	32,0	12,5
	245	1,0	0,4
	247	95,0	37,1
	249	37,0	14,5
	251	8,0	3,1
	253	8,0	3,1
	255	49,0	19,1
	257	17,0	6,6
	259	4,0	1,6
<hr/>			
Total		256,0	100
<hr/>			
HTG10	90	8	3,3
	92	1	0,4
	94	31	12,7
	96	11	4,5
	98	35	14,3
	100	30	12,2
	102	29	11,8
	104	17	6,9
	106	39	15,9
	108	44	18,0
<hr/>			
Total		245	100,0
<hr/>			
HTG7	118	60	24,4
	122	6	2,4
	124	29	11,8
	126	151	61,4
<hr/>			
Total		246	100,0
<hr/>			
HMS3	149	44	17,9
	151	1	0,4
	159	57	23,2
	161	6	2,4

	163	49	19,9
	165	73	29,7
	167	14	5,7
	169	2	0,8
<hr/>			
Total		246	100,0
<hr/>			
HMS2	221	107	42,5
	223	16	6,3
	225	6	2,4
	227	31	12,3
	229	32	12,7
	231	4	1,6
	237	21	8,3
	239	18	7,1
	241	17	6,7
<hr/>			
Total		252	100,0
<hr/>			

Cuadro 4. Homocigotos y Heterocigotos esperados y observados en una población de 127 muestras de Caballos Chilotes.

Table 4. Expected and observed homozygotes and heterozygotes in a population of 127 Chilote horses.

		Homocigotos		Heterocigotos		
		Observado		Observado		
Alelos	Rango	s	Esperados	s	Esperados	
(n)	(pb)	(n)	(n)	(n)	(n)	
						*Chi2=4,0
						29
						df=1;
VHL20*	10	86-104	33	20	94	107
HTG4	7	127-139	34	33	93	94
AHT4	10	145-165	26	21	101	106
HMS7	7	173-187	28	33	98	93
						*Chi2=3,9
						33
						df=1;
HTG6*	8	82-100	51	36	76	91
AHT5	8	130-148	51	38	76	89
HMS6	7	158-170	53	44	74	83
ASB2	11	227-259	31	27	96	100
						*Chi2=9,6
						72
						df=1;
HTG10*	11	90-108	36	16	91	111
HTG7	4	118-126	59	57	68	70
HMS3	8	149-169	29	27	98	100
HMS2	9	221-241	43	29	82	96
			Chi2=10,26	Chi2=3,248		
			7; df=11;	; df=11;		
			p<1	p<1		

Cuadro 5. Índice de endogamia (Fis) y heterocigosidad observada y esperada de los 12 *loci* analizados en la población de 127 Caballos Chilotes

Table 5. Inbreeding coefficient (Fis) and observed and expected heterozigosity of 12 analyzed loci in a sample of 127 Chilote horses

Locus	Hobs	Hesp	Hnb	Fis (W&C)	Fis (R&H)
VHL20	0.7402	0.8409	0.8442	0.124	0.084
HTG4	0.7323	0.7369	0.7398	0.010	0.030
AHT4	0.7953	0.8341	0.8374	0.050	0.034
HMS7	0.7778	0.7384	0.7413	-0.049	-0.018
HTG6	0.5984	0.7157	0.7185	0.168	0.098
AHT5	0.5984	0.6970	0.6997	0.145	0.095
HMS6	0.5827	0.6499	0.6525	0.107	0.093
ASB2	0.7559	0.7809	0.7840	0.036	0.053
HTG10	0.7165	0.8701	0.8735	0.180	0.159
HTG7	0.5354	0.5494	0.5516	0.029	0.085
HMS3	0.7717	0.7808	0.7839	0.016	0.001
HMS2	0.6560	0.7652	0.7683	0.147	0.194
	Hobs	Hnb Promedio	Hesp	Multilocus	
	Promedio		Promedio		
Población Total	0.6884	0.7466	0.7496	0.08192	

Hobs: heterocigosidad observada; Hesp: Heterocigosidad esperada

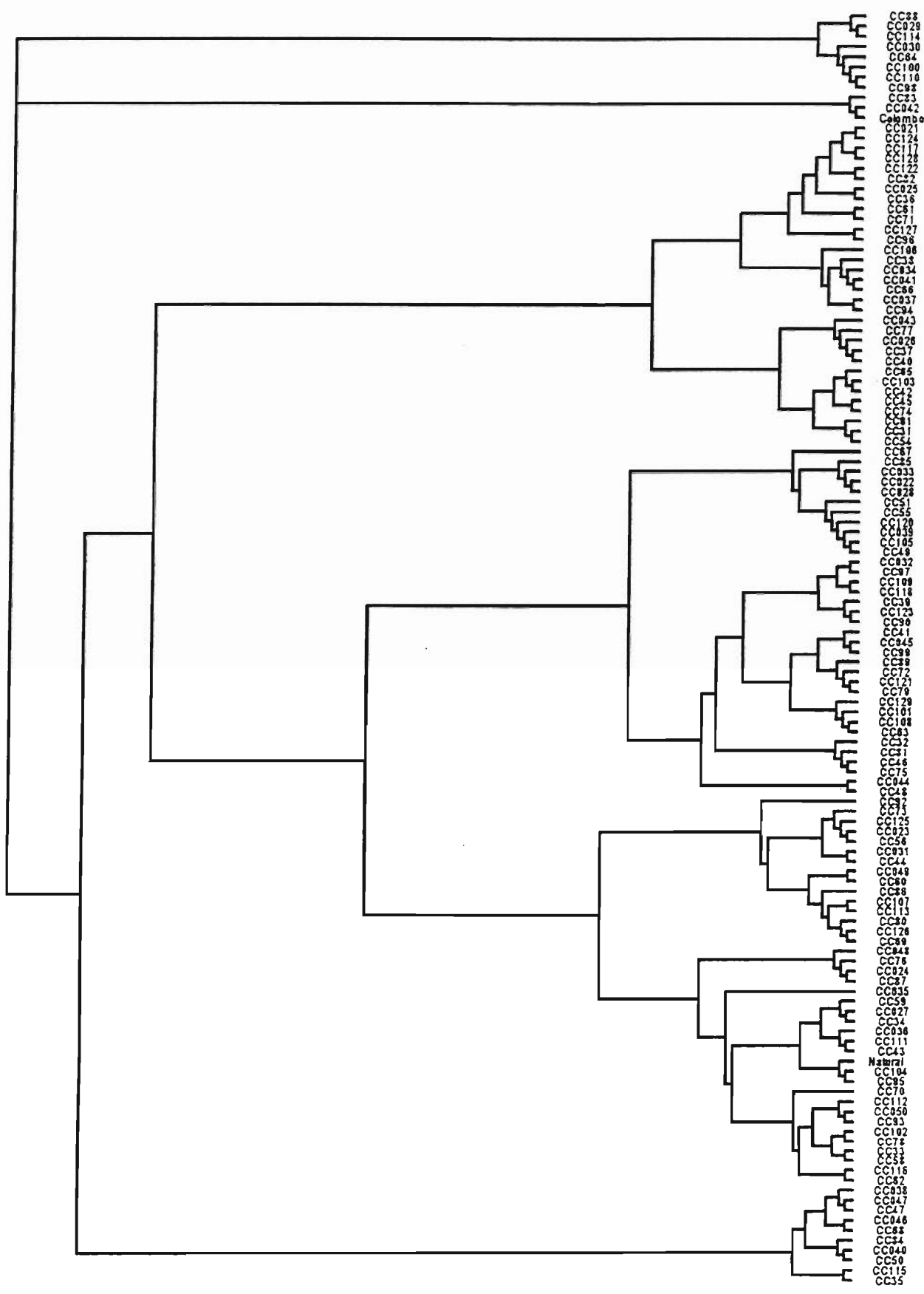


Figura 1. Cladograma con relaciones de similitud genética entre los 127 caballos Chilotes analizados.

Figure 1. Cladogram showing genetic relationships among 127 Chilote horses analysed.

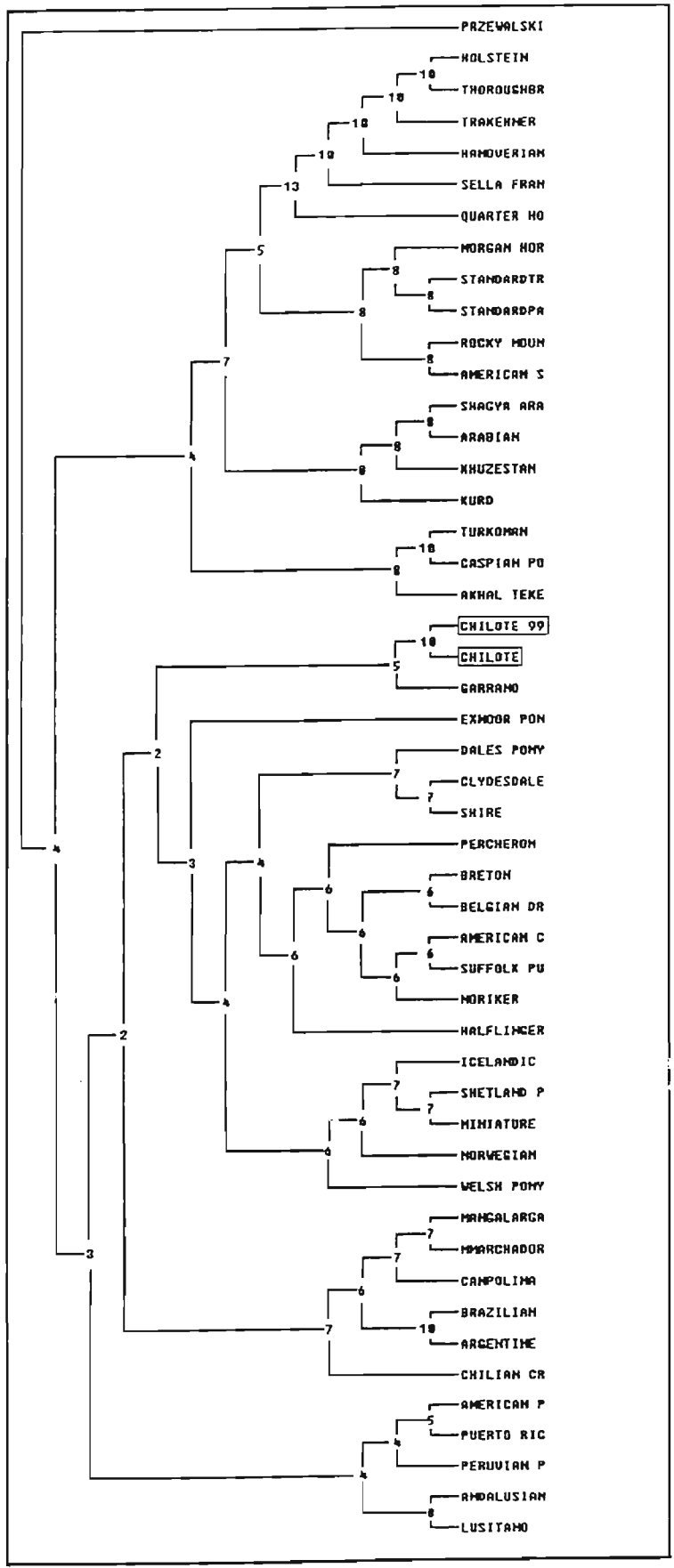


Figura 2. Dendrograma de relaciones genéticas entre diferentes razas de caballos.
 Figure 2. Genetic relationships dendrogram among horse breeds.

Nombre completo de las razas de caballos en el Dendrograma:

PRZEWALSKI
HOLSTEIN
THOROUGHBRED
TRAKEHNER
HANOVERIAN
SELLA FRANCAIS
QUARTER HORSE
MORGAN HORSE
STANDARDTBRED TROTTER
STANDARDTBRED PACER
ROCKY MOUNTAIN HORSE
AMERICAN SADDLEBRED
SHAGYA ARABIAN
ARABIAN
KHUZESTAN ARABIAN
KURD
TURKOMAN
CASPIAN PONY
AKHAL TEKE
CHILOTE
CHILOTE 99
GARRANO
EXMOOR PONY
DALES PONY
CLYDESDALE
SHIRE
PERCHERON
BRETON
BELGIAN DRAFT
AMERICAN CREAM DRAFT
SUFFOLK PUNCH
NORIKER
HAFLINGER
ICELANDIC HORSE
SHETLAND PONY
MINIATURE HORSE
NORWEGIAN FJORD
WELSH PONY
MANGALARGA
MANGALARGA MARCHADORE
CAMPOLINA
BRAZILIAN CRIOLLO
ARGENTINE CRIOLLO
CHILIAN CRIOLLO
AMERICAN PASO FINO
PUERTO RICAN PASO FINO
PERUVIAN PASO
ANDALUSIAN LUSITANO.